NÚMERO MONOGRÁFICO / LAS CUESTIONES DE GÉNERO EN EL SIGLO XXI

INVESTIGACIÓN Y CIENCIA

Noviembre 2017 InvestigacionyCiencia.es

Edición española de Scientific American

Sexo, género y ciencia

¿EXISTE UN CEREBRO FEMENINO?
PÁGINA 32

LA AUSENCIA DE PERSPECTIVA DE GÉNERO EN CIENCIA
PÁGINA 54

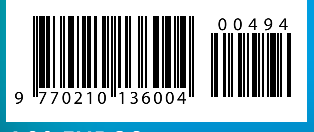
FALSOS MITOS SOBRE ELLOS Y ELLAS
PÁGINA 24

ANÁLISIS DE LAS BRECHAS DE GÉNERO
PÁGINA 64

SESGOS DE GÉNERO EN MEDICINA
PÁGINA 56

LA INTRINCADA RED DE FACTORES QUE DETERMINAN EL SEXO
PÁGINA 30

Una mirada científica sobre la mujer en el siglo XXI





6,90 EUROS

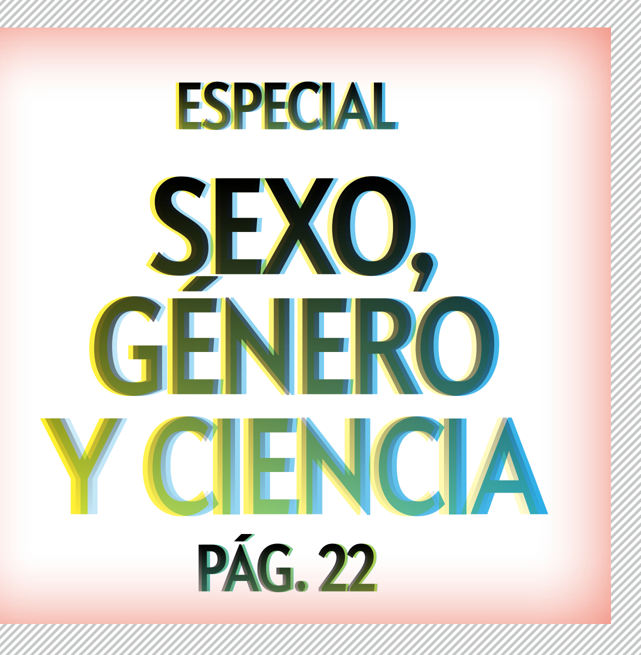
INVESTIGACIÓN Y CIENCIA

CIENCIA, SEXO Y GÉNERO: LA MUJER EN EL SIGLO XXI

NOVIEMBRE 2017 N.º 494

INVESTIGACIÓN Y CIENCIA

Noviembre 2017, Número 494





12



INVESTIGACIÓN
Y CIENCIA

SECCIONES



Mayo 2017

LOS ORÍGENES DE STARSHOT

En «Misión a Alfa Centauri» [Investigación y Ciencia, mayo de 2017], Ann Finkbeiner presenta el proyecto Breakthrough Starshot, el cual pretende usar láseres para enviar diminutas sondas a Alfa Centauri, en lo que supondría la primera misión interestelar de la humanidad. La autora también describe mis contribuciones como miembro del proyecto.

Aunque el artículo es excelente, resulta poco claro sobre la génesis de la idea: el programa de la NASA hoy conocido como Starlight, del cual soy director, es responsable directo de los comienzos de Starshot. Dicho programa se inició en 2009 en la Universidad de California en Santa Bárbara y sus primeros artículos publicados se remontan a 2013. La propuesta de 2014 para su primera fase recibió financiación en 2015; la segunda fue subvencionada en 2016 y hoy sigue en curso. La idea de la NASA de usar energía dirigida para impulsar una misión interestelar se introdujo en 2016 como parte de los registros del Congreso de EE.UU. para el año fiscal 2017, donde se llamaba a la agencia a considerar la posibilidad de que la misión coincidiese con el primer centenario de la llegada a la Luna, en 2069. (El informe menciona nuestro trabajo como una opción.) Los esfuerzos de la NASA en este campo deberían ser reconocidos.

Mi artículo «Hoja de ruta para un viaje interestelar», que Finkbeiner reconoce como impulsor del proyecto Starshot, resumía el programa de la NASA y delineaba el camino para enviar una misión interestelar mediante energía dirigida. Tanto dicho artículo como más de cuatro docenas de trabajos relativos a nuestro programa pueden consultarse en nuestra página web: www.deepspace.ucsb.edu/projects.

Philip Lubin
Universidad de California en Santa Bárbara

CALIDAD CLÍNICA

En «Un éxito excepcional contra el alzhéimer» [Investigación y Ciencia, junio de 2017], Miia Kivipelto y Krister Håkansson describen un ensayo clínico para la mejora de la cognición en sujetos de 60 a 77 años. Los 631 individuos del grupo experimental siguieron una dieta específica que incluía un suplemento de vitamina D, ejercicio físico y entrenamiento cognitivo; al mismo tiempo, el grupo control recibió recomendaciones de salud. El grupo de tratamiento mostró una mejoría significativa durante los dos años que duró la investigación; el grupo de control también, aunque en menor grado.

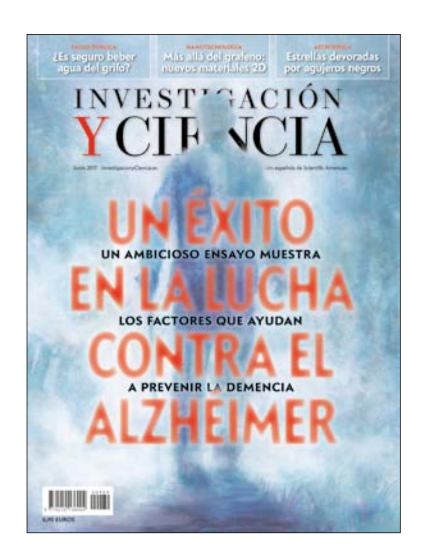
En tales condiciones es imposible saber cuál de las medidas produjo el efecto observado. En un estudio científico, uno esperaría que la comparación entre resultados se hiciese con grupos que solo recibieron un tipo concreto de intervención. Por otro lado, aunque los autores seleccionaron sujetos con una elevada probabilidad de desarrollar demencia, y aunque indican que aquellos con una variante genética vinculada al riesgo de alzhéimer parecieron obtener mayores ventajas, ninguno de los participantes del estudio padecía la enfermedad. Resulta decepcionante que, como consecuencia, no se haya abordado el posible efecto de tales intervenciones sobre el alzhéimer. Por supuesto, algo así no es posible en un estudio tan corto, por lo que reconforta saber que la evaluación de los sujetos continuará durante siete años.

Jens Christian Jensenius
Catedrático emérito de biomedicina
Universidad de Aarhus

Como coautor de dos artículos publicados en *Scientific American*, creo que el estudio de Kivipelto y Håkansson no cumple los requisitos para ser calificado de «ensayo clínico de referencia», como afirman los autores. El hecho de que no se mencione cuánta varianza es capaz de explicar cada una de las variables, aislada o en conjunción con otras, torna ambiguas las conclusiones. En el mejor de los casos, los datos confirman el efecto de un pequeño número de factores previamente relacionados con el alzhéimer, pero no demuestran que sean causas primarias ni cuantifican su impacto sobre la enfermedad (es decir, la asociación podría ser puramente fortuita).

Además, la etiqueta de «ensayo de referencia» y el hecho de haber protagonizado la portada de una revista de prestigio puede llevar a algunas personas a pensar que quienes sufren este trastorno devastador son, de alguna manera, responsables de él, ya que si hubieran seguido la dieta apropiada, hubiesen practicado ejercicio, etcétera, tal vez podrían haber sorteado el trastorno. Puede decirse que ese riesgo de atribución causal existe en toda investigación sobre los factores que intervienen en un estado de salud dado, pero evitarlo reviste aquí especial importancia debido a la terrible carga que pesa sobre los cuidadores.

Nathan S. Caplan
Catedrático emérito de psicología
Universidad de Michigan



Junio 2017

CARTAS DE LOS LECTORES

Investigación y Ciencia agradece la opinión de los lectores. Le animamos a enviar sus comentarios a:
PRENSA CIENTÍFICA, S. A.
Muntaner 339, pral. 1.ª, 08021 BARCELONA
o a la dirección de correo electrónico:
redaccion@investigacionyciencia.es

La longitud de las cartas no deberá exceder los 2000 caracteres, espacios incluidos. Investigación y Ciencia se reserva el derecho a resumirlas por cuestiones de espacio o claridad. No se garantiza la respuesta a todas las cartas publicadas.



EL TRASTORNO DE PÁNICO, la esquizofrenia y otras afecciones psiquiátricas han sido vinculadas a la acidificación del encéfalo.

NEUROCIENCIA

Cerebros bañados en ácido

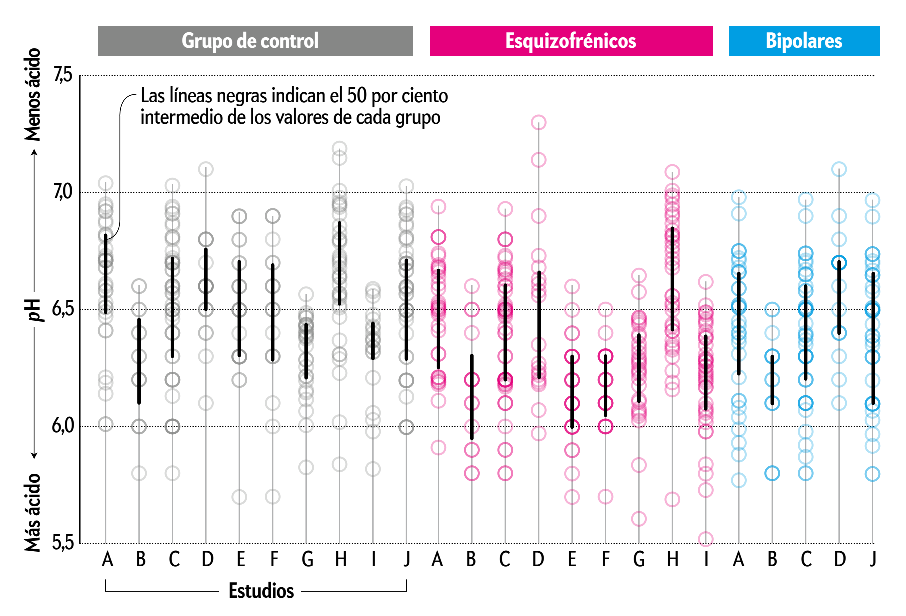
Cada vez más indicios vinculan ciertos trastornos psiquiátricos con un bajo *p*H cerebral

El encéfalo humano experimenta a menudo variaciones en su acidez, con picos ocasionales. Uno de los principales responsables de esos aumentos es el CO_2, el cual se desprende como resultado de la descomposición de los glúcidos para generar energía metabólica. Pese a ello, un cerebro sano permanece en un estado relativamente neutro gracias a procesos como la respiración, la cual elimina CO_2 y contribuye a estabilizar la situación, por lo que las fluctuaciones esporádicas del equilibrio ácido-base suelen pasar desapercibidas.

No obstante, cada vez más datos apuntan a que, en algunas personas, incluso las más pequeñas desviaciones con respecto a ese equilibrio podrían estar vinculadas al trastorno de pánico y otras afecciones psiquiátricas. Ahora, varios hallazgos han confirmado ese nexo y lo han hecho extensivo a la esquizofrenia y el trastorno bipolar.

Ya existían indicios del fenómeno. Varios estudios que habían medido directamente la acidez de docenas de encéfalos de cadáveres habían hallado un *p*H bajo (es decir, una acidez elevada) en pacientes esquizofrénicos y bipolares. Y, en las últimas décadas, numerosos trabajos habían constatado que, cuando los afectados por trastorno de pánico respiraban aire con una concentración elevada de dióxido de carbono (gas que, al combinarse con el agua del cuerpo, forma ácido carbónico), eran más proclives a sufrir ataques de pá-

Acidez y trastornos



LOS INVESTIGADORES analizaron diez estudios que habían comparado la acidez cerebral de pacientes esquizofrénicos y bipolares ya fallecidos con la de individuos de control. En conjunto, los valores intermedios de *p*H tendían a ser más bajos en los sujetos afectados por trastornos psiquiátricos.

nico. Al mismo tiempo, otras investigaciones han revelado que el cerebro de quienes sufren esta enfermedad produce abundante lactato, un combustible celular de naturaleza ácida que es generado y consumido incesantemente por el cerebro, siempre ávido de energía.

Sin embargo, los expertos ignoraban si dicha acidez estaría relacionada con el trastorno en sí o sería consecuencia de otros factores, como el consumo de fármacos antipsicóticos o el estado físico del enfermo antes de morir. «Cuando la agonía es lenta, el período en el que puede predominar una baja concentración de oxígeno es más dilatado, lo que modifica el metabolismo corporal», aclara William Regenold, psiquiatra y docente en la Universidad de Maryland. En esta situación, explica, el cuerpo y el encéfalo comienzan a generar cada vez más energía a través de una ruta metabólica que prescinde del oxígeno, lo que a su vez genera mayores concentraciones de lactato y hace descender el *p*H.

Tales incógnitas llevaron a Tsuyoshi Miyakawa, neurocientífico de la Universidad de Salud Fujita, en Japón, y a sus colaboradores a examinar minuciosamente diez conjuntos de datos procedentes del cerebro de 400 pacientes esquizofrénicos o bipolares ya fallecidos. Su propósito era poner a prueba las principales teorías sobre la conexión entre la acidificación y el trastorno.

Los nuevos hallazgos aportan una prueba convincente del nexo entre la acidificación del cerebro y determinados trastornos psiquiátricos

En primer lugar, los investigadores tuvieron en cuenta posibles efectos engañosos, como los antecedentes de ingesta de antipsicóticos y la edad en el momento del deceso. Tal y como sospechaban, los niveles de *p*H en el cerebro de las personas con esquizofrenia y trastorno bipolar eran sustancialmente menores que los de los sujetos sanos. El equipo también examinó cinco modelos de ratones (roedores con mutaciones en los genes asociados a dichas enfermedades) y obtuvo resultados similares: el *p*H del cerebro de dos docenas de múridos no tratados resultó ser menor (y sus niveles de lactato mayores) que el de otros roedores similares pero sanos. Es más, los expertos sacrificaron a todos los animales de la misma forma, por lo que las diferencias no podían explicarse por completo como consecuencia de la duración de la muerte.

Estos hallazgos, publicados este otoño en *Neuropsychopharmacology*, aportan la prueba más convincente hasta la fecha de que el nexo entre la acidez cerebral y los trastornos psiquiátricos es real, sostiene Miyakawa. Regenold, que no ha participado en el nuevo trabajo, se muestra de acuerdo: «Es al combinar todos [los conjuntos de datos] y hallar una fuerte significación estadística cuando se hace más aparente que un *p*H bajo sería algo inherente al trastorno», opina. «Creo que lo novedoso estriba en que están señalando el *p*H ácido como un factor propio que, en sí mismo, formaría parte de la fisiopatología de esas enfermedades, sea cual sea su causa.»

Por su parte, John Wemmie, neurocientífico en la Universidad de Iowa, argumenta que, si bien los resultados obtenidos en cadáveres resultan intrigantes, es difícil discernir si guardan relación con variaciones en el cerebro viviente. Las imágenes cerebrales de personas vivas aquejadas de trastorno bipolar, esquizofrenia y trastorno de pánico aportan indicios mucho más directos de la hipótesis de la acidez, subraya. Por medio de la espectroscopía por resonancia magnética (un método que detecta los cambios bioquímicos en el tejido), los expertos han detectado niveles elevados de lactato en el cerebro de esos individuos.

Aunque cada vez parece más claro que la acidificación cerebral podría ser una característica clave de la esquizofrenia y el trastorno bipolar, sigue siendo una incógnita si es causa o efecto. En opinión de Miyakawa, una posibilidad radica en que el aumento de la acidez obedezca a la elevada actividad neuronal que tiene lugar en quienes padecen estas enfermedades. Otra teoría muy difundida achaca la elevada acidez a alteraciones en las mitocondrias, las «centrales energéticas» de la célula, explica Regenold. Ambas hipótesis resultan compatibles.

La siguiente gran incógnita será si el *p*H bajo puede ser el causante de los cambios cognitivos o de conducta asociados a esos trastornos, explica Miyakawa. Hay indicios de que podría ser así. «Sabemos que los receptores [que son activados por la acidez] tienen un efecto destacado en el comportamiento de los animales», afirma Wemmie. «Eso lleva a pensar que el cerebro funcional y despierto podría sufrir variaciones de *p*H que no hemos sabido apreciar.»

—*Diana Kwon*

BIOQUÍMICA

Anticongelante cardíaco

Moléculas inspiradas en proteínas de la fauna ártica prolongarían la viabilidad de los órganos para trasplante

La exposición prolongada de los tejidos vivos a temperaturas de congelación causa daños irreversibles. Los cristales de hielo microscópicos desgarran las células y atrapan el agua líquida, de modo que los órganos del donante quedan inservibles para el trasplante. Así pues, estos solo pueden enfriarse durante unas pocas horas antes de la operación. Ahora, un conjunto de nuevos compuestos anticongelantes, similares a los presentes en algunos animales que habitan en lugares inhóspitos, podrían prolongar la durabilidad de los órganos.

Científicos de la Universidad de Warwick se inspiraron en las proteínas que algunas especies de peces, ranas silvestres y otros animales del Ártico segregan para impedir que su sangre se congele, lo que les permite prosperar en el frío glacial. Investigaciones previas habían demostrado que esos anticongelantes naturales pueden conservar los corazones de rata a –1,3 °C hasta 24 horas. Pero la obtención de esas moléculas es cara y algunas son sumamente tóxicas para varias especies. «Durante mucho tiempo hemos supuesto que resolver el problema exigiría fabricar sustitutos sintéticos prácticamente idénticos a las proteínas anticongelantes. Pero hemos descubierto que es factible diseñar nuevas moléculas que actúen como esas proteínas sin ser similares a ellas», explica Matthew Gibson, químico en Warwick y uno de los autores de la nueva investigación.

La mayoría de las moléculas anticongelantes naturales poseen un mosaico de regiones, unas que atraen y otras que repelen el agua. No se sabe con exactitud de qué modo esta propiedad entorpece la formación de los cristales de hielo, pero Gibson cree que podría someter a las moléculas de agua a un vaivén caótico que impediría su agregación y la formación del hielo. Con el fin de imitar ese mecanismo, él y sus colaboradores sintetizaron moléculas espirales básicamente hidrófobas, pero provistas de átomos de hierro en su centro para dotarlas de cierta hidrofilia. Los compuestos resultantes, descritos en julio en el *Journal of the American Chemical Society*, impidieron la formación de los cristales de hielo con suma eficacia. Algunos también resultaron inocuos para el gusano *Caenorhabditis elegans*, con lo que podrían ser seguros en otros animales.

«Estos sucedáneos son estupendos porque no son proteínas; pertenecen a otro tipo de moléculas que, sin embargo, pueden imitar en parte el funcionamiento de las proteínas anticongelantes naturales», afirma Clara do Amaral, bióloga de la Universidad Mount St. Joseph, que no ha participado en la investigación. No obstante, los anticongelantes de Gibson aún están pendientes de superar el examen en los seres humanos, y tal vez ofrezcan solo una parte de la solución. «Aún no tenemos la perspectiva completa», matiza Do Amaral. «No es una mera sustancia mágica que ayuda a ciertos animales a sobrevivir a la congelación. Se trata de todo un conjunto de adaptaciones.»

—*Knvul Sheikh*

BIOLOGÍA

Levaduras para el espacio

Los microorganismos podrían convertir los desechos de los astronautas en nutrientes o en plástico

Los astronautas deben viajar ligeros de equipaje. Cada kilogramo extra de provisiones lastra el cohete, y ciertos alimentos esenciales pueden deteriorarse en el curso del viaje, si es tan dilatado como la misión con la que la NASA pretende alcanzar Marte. Pero los científicos están ideando estrategias creativas para maximizar la capacidad de almacenamiento, como recurrir al reciclaje de las exhalaciones y de la orina de la tripulación.

«A medida que las misiones espaciales se prolonguen, los astronautas producirán más desechos, por lo que se plantea la pregunta de qué hacer con ellos», apunta Mark Blenner, ingeniero químico y biólogo sintético de la Universidad Clemson. En lugar de acarrearlos consigo de vuelta a la Tierra, Blenner y sus colaboradores han demostrado que las levaduras tienen la capacidad de transformar los productos de desecho en nutrientes esenciales, e incluso en plástico apto para la fabricación de herramientas.

Los investigadores han descubierto que *Yarrowia lipolytica*, pariente de la levadura de panadería, puede sobrevivir alimentándose de un componente de la orina humana. Por separado, cultivaron algas que convirtieron el dióxido de carbono del aire exhalado en nutrientes ricos en carbono que, a su vez, fueron asimilados por las levaduras para sintetizar ácidos grasos. Mediante la inserción de genes de las algas y del fitoplancton en el genoma de esta levadura, el equipo de Blenner ha logrado que esta «refine» esos ácidos grasos en omega-3, vitales para mantener la buena salud del corazón, los ojos y el cerebro. En otra cepa de *Y. lipolytica*, el grupo de Blenner ha modificado la vía de síntesis de los ácidos grasos para producir poliésteres plásticos que, introducidos en una impresora 3D, permitirían fabricar herramientas en el espacio. Los investigadores presentaron sus descubrimientos en la reunión bianual de la Sociedad Americana de Química, celebrada en agosto.



«La levadura es un microbio excelente para ese tipo de estudios innovadores», asegura Jitendra Joshi, jefe de integración de tecnologías de la división de Sistemas de Exploración Avanzados de la NASA, ajeno al estudio.

Los autores aún tienen que demostrar que los microorganismos podrán crecer y fabricar los productos útiles con la misma rapidez en las condiciones de ingravidez y radiación que imperan en el espacio.

Pero Blenner alberga la esperanza de que los astronautas del futuro utilizarán la levadura como una plataforma flexible de fabricación.

—*Knvul Sheikh*

THOMAS FUCHS

GEOLOGÍA

Viaje al interior de un volcán

Los drones ofrecen una vista única de las entrañas del Volcán de Fuego, en Guatemala

El guatemalteco Volcán de Fuego hace honor a su nombre. No solo expele columnas de ceniza varias veces por hora, sino que se convierte en un verdadero infierno aproximadamente una vez al mes, cuando las erupciones arrojan lava y proyectiles hacia las laderas. Este comportamiento cíclico se está intensificando y mueve a los científicos a preguntarse si no presagiará una erupción más explosiva. En un enorme estallido ocurrido en 1974, la montaña lanzó una nube de cenizas a más de seis kilómetros de altura y derramó por sus laderas un enorme flujo piroclástico. Otra erupción semejante se convertiría en una pesadilla para las 100.000 personas que viven a su vera. Pero, sin acceso al peligroso cráter, resulta muy difícil predecir qué ocurrirá a continuación.

Este mismo año, un equipo de vulcanólogos e ingenieros envió varios drones para que tomaran imágenes de la actividad del cráter. «Desde un punto de vista vulcanológico, nunca imaginamos que veríamos explosiones tan de cerca», apunta Emma Liu, miembro del equipo y vulcanóloga de la Universidad de Cambridge. «Es espectacular.»

Los aparatos voladores autónomos descubrieron un cono gigantesco que se había formado en el interior del cráter unos días antes de una de las erupciones mensuales. Liu y sus colaboradores sospechan que el cono siguió haciéndose más alto hasta que, como una precaria torre de bloques de madera, se volvió inestable y se derrumbó en parte, lo que habría liberado los flujos acrecentados de lava y piroclastos con una pauta que se repite con cierta regularidad.

Basándose en esta idea, quizá pueda predecirse con mayor precisión el momento en que se producirán las erupciones cíclicas. Einat Lev, vulcanóloga del Observatorio Larmont-Doherty de la Tierra que no participó en la investigación, asegura que se trata de «una magnífica demostración de los nuevos conocimientos que están aportando los drones sobre los volcanes y, en concreto, sobre los de Guatemala». Los resultados están aún a la espera de su publicación.

El equipo tiene pensado volver a Guatemala este mismo mes de noviembre para contrastar su hipótesis mediante la observación del cráter a lo largo de un ciclo completo. Esta vez, los drones estarán equipados con nuevos instrumentos que les permitirán tomar directamente muestras de la columna de ceniza. Ello quizás ayude a los científicos a determinar si el Volcán de Fuego está a punto de experimentar una nueva erupción catastrófica. —*Shannon Hall*

UN DRON manejado por control remoto ha permitido a los investigadores examinar el interior del Pacaya (*1*) y del Volcán de Fuego (*2*).


1


2



MENOS REPUGNANTES que el racismo.

PSICOLOGÍA

Mala reputación

Muchas personas están dispuestas a aceptar todo tipo de sufrimientos con tal de salvar su fama

Según la célebre «jerarquía de necesidades» del psicólogo Abraham Maslow, las personas persiguen la comida, el refugio y la seguridad antes que la estima y la propia realización. Entonces, ¿cuál es la explicación de los actos atrevidos y los deportes violentos que, solo por ganarse el respeto ajeno, implican un grave riesgo de sufrir lesiones? Una nueva investigación sugiere que la mencionada jerarquía tal vez sea más fluida de lo que pensábamos: para salvar su reputación, muchos individuos aceptarán pasar por situaciones desagradables o incluso dolorosas.

Con el fin de averiguar el valor que las personas otorgan a la reputación, Andy Vonasch, psicólogo de la Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill, y sus colaboradores sometieron a una encuesta por Internet a 111 estadounidenses. El 40 por ciento de quienes respondieron afirmaron que preferirían pasar un año en la cárcel y gozar de una reputación limpia a no ir a prisión pero tener que cargar con la fama de ser un criminal. El encarcelamiento puede resultar dañino de forma directa, pero «la reputación es lo que nos permite acceder a todo aquello que deseamos en una sociedad», explica Vonasch. En otras encuestas de tamaño similar, el 70 por ciento aseguró que daría su mano dominante a cambio de no llevar tatuada una esvástica en la cara; el 53 por ciento declaró que prefería morir de inmediato a tener una larga vida bajo la sospecha de ser un pederasta; y un 30 por ciento afirmó que escogería la muerte inmediata antes que una vida larga y feliz seguida de rumores póstumos de haber sido un pederasta. Los resultados se publicaron en julio en la edición en línea de *Social Psychological and Personality Science*.

¿Y más allá de casos hipotéticos? También como parte del nuevo estudio, varios estudiantes universitarios blancos pasaron un test de racismo implícito. Luego, hubieron de escoger entre que sus opiniones se difundieran ampliamente por correo electrónico e introducir la mano en un cuenco de gusanos (*véase la fotografía*). Los participantes que recibieron unas (falsas) altas puntuaciones de racismo implícito se mostraron más proclives a elegir los gusanos (30 frente a 4 por ciento), así como a mantener las manos en agua casi helada (63 frente a 9 por ciento), por más que muchos afirmaron no creer la amenaza del correo electrónico.

Las personas pueden llevar a cabo todo tipo de sacrificios para preservar su honor, desde el suicidio ritual o llegar a un acuerdo extrajudicial hasta ceder el asiento en el metro. En una época en la que abundan los escarmientos públicos en las redes sociales, el nuevo trabajo explica por qué, aunque los palos y las piedras puedan moler huesos, un tuit puede hacer mucho más daño. —*Matthew Hutson*

ALAMY (*gusanos*); JEREMY WOODHOUSE/GETTY IMAGES (*1*); CORTESÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CAMBRIDGE, UNIVERSIDAD DE BRISTOL E INSTITUTO NACIONAL GUATEMALTECO DE SISMOLOGÍA, VULCANOLOGÍA, METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (*2*)

SALUD PÚBLICA

Trampas antimosquito

Nuevas sustancias atraen y exterminan a los mosquitos transmisores de enfermedades

Los mosquitos no son una mera molestia: contagian enfermedades temibles, como el paludismo y el zika, que desatan crisis sanitarias de alcance mundial. Solo en 2015, el paludismo afectó a unos 212 millones de habitantes y acabó con la vida de unos 429.000, la mayoría en el África subsahariana.

Las naciones desarrolladas cuentan con medidas de control contra estos insectos, pero numerosos países en vías de desarrollo no pueden sufragar el coste. «Ahora mismo contamos con pocos métodos para controlar los mosquitos», afirma Edmund Norris, entomólogo en la Universidad Estatal de Iowa. «Necesitamos desarrollar otros nuevos.» ISCA Technologies, en Riverside (California), persigue precisamente eso. Esta empresa afirma haber creado tres métodos sencillos y asequibles para acabar con los mosquitos portadores del paludismo. Se basan en compuestos denominados semioquímicos, como feromonas u otras sustancias que los animales segregan para modificar el comportamiento de otros. Las mezclas de ISCA formuladas con semioquímicos de origen animal y vegetal atraen a las plagas para acabar con ellas mediante insecticidas. Esta estrategia extermina con mayor eficacia los mosquitos puesto que no exige pulverizar grandes cantidades de insecticida en el entorno, asegura el director ejecutivo de ISCA, Agenor Mafra-Neto.

«Esta técnica basada en olores resulta fascinante y parece realmente prometedora», asegura Chelci Squires, entomóloga e investigadora en la Escuela de Higiene y Medicina Tropical de Londres. (Como Norris, Squires no está vinculada en modo alguno con ISCA.) Aun así, todavía quedan muchos cabos por atar, advierte, como la posibilidad de que los mosquitos modifiquen su comportamiento para evitar esos semioquímicos.

ISCA ha estado realizando pruebas de laboratorio y ensayos de campo en Tanzania, Brasil y EE.UU. Esperan que esos métodos ayuden algún día a combatir otras enfermedades, como el dengue, la fiebre del Nilo occidental o el zika. —*Annie Sneed*

«VACA TROYANA»

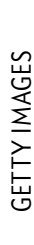
La mezcla de semioquímicos de ISCA imita el olor humano, que, como no es de extrañar, los mosquitos adoran. El falso perfume se puede verter sobre el ganado vacuno y otros animales de granja, de ahí el apelativo dado por ISCA de «vaca troyana». Atraídos por el olor, los mosquitos se alimentan de los animales empleados como cebo, en lugar de las personas. Si al ganado se le administran productos zoosanitarios que sean tóxicos para los mosquitos (a semejanza de los vermífugos ordinarios), estos morirán al ingerirlos.

AROMA EMBRIAGADOR

Esta mezcla de compuestos contiene una feromona que atrae a las hembras adultas, así como un atrayente para las larvas. La idea es pulverizarla, antes de que llueva, sobre los lugares donde suelen criar. Cuando entra en contacto con el agua, libera las feromonas e incita a las hembras a dejar su puesta en las zonas tratadas. Las larvas eclosionan e ingieren el atrayente, que contiene una bacteria viva, *Bacillus thuringiensis israelensis*. Esta mata las larvas del mosquito pero no es nociva para las abejas, las mariposas ni otros insectos inofensivos.

DULCE FINAL

A los mosquitos transmisores de enfermedades les encanta la sangre, pero también necesitan azúcares para sobrevivir. Los especialistas de ISCA buscaron un grupo de semioquímicos de origen vegetal y floral para elaborar una mezcla que oliera como el néctar. La empresa contempla aplicar esa invención sobre los aleros de las viviendas o las tapias y cercados de las aldeas y los pueblos, acompañada de un plaguicida. Los mosquitos acudirían a esas trampas de olor azucarado para comer y hallarían en ellas una muerte dulce.



Mujeres: Causas de muerte en el mundo (2015)

Hombres: Causas de muerte en el mundo (2015)

Porcentaje del total de muertes

100 80 60 40 20 0

Edad: 0-6 7-27 28-364 (Días) 1-4 5-9 10-14 15-19 20-24 25-29 30-34 35-39 40-44 45-49 50-54 55-59 60-64 65-69 70-74 75-79 80+ (Años)

Enfermedades contagiosas, maternas y neonatales y causas nutricionales
- VIH/sida, tuberculosis
- Diarrea, afecciones respiratorias
- Paludismo, enfermedades tropicales
- Trastornos maternos
- Trastornos neonatales
- Carencias nutricionales
- Otras enfermedades

Enfermedades no contagiosas
- Tumores, cáncer
- Enfermedades cardiovasculares
- Neumonía, asma
- Hepatopatías
- Enfermedades digestivas
- Trastornos neurológicos
- Enfermedades mentales, toxicomanías
- Diabetes, trastornos sanguíneos
- Trastornos del aparato locomotor
- Enfermedades congénitas y cutáneas

Lesiones y traumatismos
- Lesiones en accidentes de tráfico
- Otros accidentes
- Suicidio y violencia
- Conflictos bélicos y catástrofes

La causa de la muerte difiere sobre todo entre las mujeres y los hombres de 15 a 45 años. La disparidad viene marcada en gran parte por la mortalidad en los países subdesarrollados; las diferencias en los países desarrollados son mucho menos acusadas.

SALUD

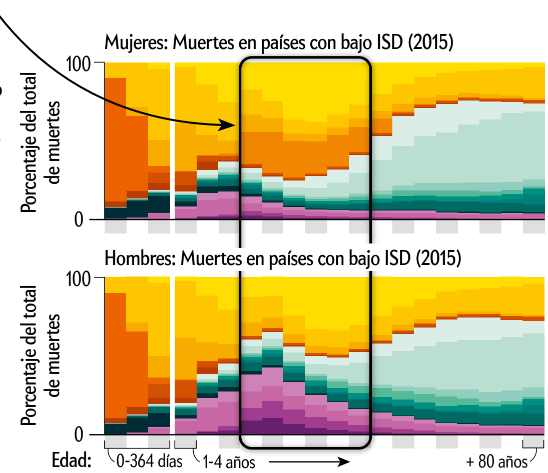
Mortalidad y género

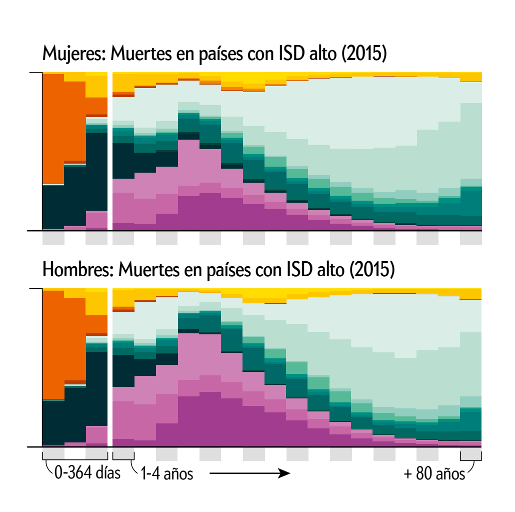
¿De qué mueren la mayoría de los hombres y las mujeres?

Puede ser desagradable pensar en ello, pero los hombres y las mujeres de edad avanzada fallecen por causas muy similares, en especial por enfermedades cardiovasculares, en cualquier región del mundo. Niños y niñas también sucumben ante un conjunto parecido de dolencias, sobre todo por enfermedades infecciosas. En cambio, según el Instituto para la Medición y Evaluación de la Salud de EE.UU., en Seattle, las diferencias en las causas de la defunción resultan más acusadas entre los hombres y las mujeres jóvenes y de mediana edad (*gráfico principal*). Ellas tienden a fallecer por tuberculosis, diarrea, afecciones respiratorias o carencias nutricionales. Y ellos sobre todo por toxicomanía, lesiones, suicidio y violencia. A semejanza de tantos otros aspectos vinculados con el sexo, la causa de la muerte depende mucho más de los factores sociales que de la biología (*gráficos pequeños*). —*Mark Fischetti*

Factores sociales

En los países con un índice sociodemográfico (ISD) bajo (combinación de renta baja, nivel educativo bajo e índice de natalidad alto) fallecen más mujeres y hombres a causa de enfermedades, en comparación con los promedios mundiales. En cambio, en los países con un ISD alto (niveles altos de renta y educación y baja natalidad) mueren más mujeres y hombres a consecuencia de lesiones y de la violencia.





FUENTE: GBD COMPARE, DEL INSTITUTO PARA LA MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE LA SALUD, UNIVERSIDAD DE WASHINGTON, 2017. DATOS CONSULTADOS EN JULIO DE 2017 HTTP://VIZHUB.HEALTHDATA.ORG/GBD-COMPARE; JEN CHRISTIANSEN (*gráficos*)

CIENCIAS AMBIENTALES

Álamos descontaminantes

Bacterias especializadas ayudan a los árboles a depurar los focos de contaminación

Ante la contaminación de las aguas freáticas podría haber un nuevo remedio: árboles provistos de un microbioma reforzado. Hace poco, un grupo de científicos ha obtenido una cepa bacteriana especialmente competente en la labor de degradar toxinas. La ha extraído de un tipo de álamo y la ha transferido a otros árboles. Con ello han conseguido mejorar la capacidad natural de estos para descomponer el tricloroetileno (TCE), un disolvente industrial cancerígeno que se ha filtrado hasta las aguas subterráneas cercanas a vertederos de todo EE.UU. Los resultados del estudio, publicados el pasado septiembre en *Environmental Science & Technology*, indican que esos árboles podrían ser plantados en las zonas que alberguen aguas fuertemente contaminadas como un método de depuración asequible y eficaz.

A menudo se plantan álamos ordinarios para ayudar a eliminar el TCE de los acuíferos poco contaminados. Pero esa estrategia no siempre degrada por completo el compuesto, por lo que la depuración de los focos más contaminados puede exigir el uso de maquinaria de biorremediación con un coste prohibitivo, pues solo su instalación ronda entre 600.000 y 2.500.000 euros. En investigaciones preliminares, Sharon Doty, microbióloga vegetal de la Universidad de Washington, y sus colaboradores habían modificado genéticamente un álamo para que soportara altas concentraciones de TCE. Pero por tratarse de una planta genéticamente modificada, se necesitaban concienzudos estudios de impacto ambiental que habían disuadido a los posibles interesados en su cultivo.

Esta vez, sin embargo, no será necesario ese tipo de pruebas. Doty y su equipo cruzaron en primer lugar dos especies de álamo. Uno de los estudiantes de Doty recolectó el microbio, una cepa de *Enterobacter* bautizada como PDN3, de una estaca de álamo procedente de Wisconsin. Los investigadores bañaron los jóvenes árboles híbridos en un caldo con la bacteria antes de proceder a su plantación junto a otros ejemplares no tratados en zonas fuertemente contaminadas por TCE. Se trata de vertederos de residuos peligrosos, cercanos a la ciudad de San Francisco, que las autoridades estadounidenses quieren descontaminar.





ÁLAMOS NEGROS (*Populus nigra*) (*1*) y detalle de sus hojas y amentos (*2*).

GETTY IMAGES (*álamos negros*); MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES (*Marie Curie*)

Al cabo de tres años, las mejoras saltaban a la vista. El suelo que circundaba los álamos inoculados contenía un 50 por ciento más de iones cloruro (los vestigios inocuos de la degradación de las moléculas de TCE) que la tierra situada alrededor de los iguales no tratados. Los árboles enriquecidos con microbios presentaban asimismo un diámetro del tronco un 30 por ciento mayor, indicador de un crecimiento vigoroso. Jerry Schnoor, ingeniero ambiental de la Universidad de Iowa, ajeno al estudio, afirma que los métodos del equipo son impactantes. Destaca que los árboles redujeron en su alrededor la concentración de TCE por debajo del límite exigido por la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. para el agua potable. «Creo que es el comienzo de algo grande», opina.

Doty y sus colaboradores andan en este momento en busca del gen que permite a la bacteria PDN3 semejante hazaña. También evalúan otras ventajas que esta podría conferir a las plantas. Doty confiesa que alberga grandes esperanzas en el porvenir de esos árboles y se imagina la posibilidad de convertir los terrenos contaminados en parques.

—*Leslie Nemo*

AGENDA

CONFERENCIAS

9 de noviembre
El nacimiento de una ciencia: La astronomía gravitacional
César García (ESA)
Ciudad de las Artes y las Ciencias
Valencia
www.cac.es

16 de noviembre
Las hormonas
Ana Aranda Iriarte (CSIC)
Real Jardín Botánico
Madrid
www.rjb.csic.es

EXPOSICIONES

Hasta el 3 de noviembre
Enrique Moles, químico español
Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Madrid
www.rac.es

Mujeres Nobel
Museo Nacional de Ciencias Naturales
Madrid
mujeresnobel.eu/exposicion.html



Invertebrados de Andalucía
Casa de la Ciencia
Sevilla
www.casadelaciencia.csic.es

La revolución neolítica: La Draga, el poblado de los prodigios
Museo de Arqueología de Cataluña
Barcelona
www.macbarcelona.cat

OTROS

2 de noviembre — Mesa redonda
Las condiciones del sufrimiento mental
Ciclo «Las condiciones del cerebro»
Organiza: Sala Beckett y Universidad Abierta de Cataluña
Sala Beckett
Barcelona
www.salabeckett.cat

FÍSICA MATEMÁTICA

Una dualidad maravillosa

La conjetura de Maldacena cumple dos décadas. Lo que empezó como un desarrollo en teoría de cuerdas y gravedad cuántica ha encontrado hoy prometedoras aplicaciones en otros campos

MIGUEL Á. VÁZQUEZ-MOZO



UN PRINCIPIO DE ALCANCE INSOSPECHADO: En ciertos espaciotiempos, los fenómenos gravitatorios que tienen lugar en el interior pueden describirse en términos de una teoría de partículas definida sobre la frontera. Veinte años después de su formulación, esta idea se ha instalado como uno de los principios más fértiles de la física teórica.

En la última semana de noviembre de 1997, hace ahora veinte años, aparecía en el repositorio de prepublicaciones arXiv un artículo de Juan Maldacena, un joven físico argentino de Harvard. Su modesto título («El límite de gran *N* de las teorías de campos superconformes y de la supergravedad») no permitía adivinar que acabaría por convertirse en el artículo de física de altas energías más citado de la historia, por encima incluso del trabajo de 1967 en el que Steven Weinberg sentó las bases del modelo estándar. Cuando, dos semanas más tarde, Maldacena presentó sus ideas en una conferencia en el CERN, los allí congregados reaccionamos con mucha más perplejidad que entusiasmo. Muy pocos intuyeron que asistíamos al nacimiento de una idea que, dos décadas después, dominaría la investigación en teoría de cuerdas y contaría con interesantes ramificaciones en otras áreas.

Lo que Maldacena estaba diciendo era tan fascinante como sorprendente: que ciertas teorías de gravedad en D dimensiones eran matemáticamente equivalentes, o «duales», a determinadas teorías de partículas sin gravedad en $D - 1$ dimensiones. Más aún, dicha equivalencia funcionaba en un régimen en el que las teorías de partículas resultaban intratables por medio de las técnicas habituales; como consecuencia, la propuesta de Maldacena abría la puerta a estudiar dicho régimen de la teoría de campos a través de la teoría gravitatoria dual. No es extraño que algunas reacciones fueran de escepticismo: parecía demasiado bueno para ser cierto.

El resultado de Maldacena coronaba una serie de hitos que, en los años precedentes, habían ayudado a esclarecer la estructura formal de la teoría de cuerdas y las propiedades matemáticas de los agujeros negros. Sin embargo, la fertilidad de la idea iría mucho más allá. Hoy sus consecuencias permean campos diversos, desde la gravedad cuántica y la teoría de las interacciones fuertes hasta la física de la materia condensada.

D-branas y agujeros negros

En 1997 la teoría de cuerdas vivía una edad dorada. Tan solo dos años antes había tenido lugar la «segunda revolución de las supercuerdas»: una serie de hallazgos que habían dejado claro que, en realidad, las cinco teorías de cuerdas conocidas constituían diferentes límites de una única teoría subyacente, la «teoría M». Al mismo tiempo, se había producido otro gran avance que resultaría clave en multitud de desarrollos posteriores. Joseph Polchinski, de la Universidad de California en Santa Bárbara, había introducido un nuevo concepto en teoría de cuerdas: las branas de tipo Dirichlet, o D-branas.

Las D-branas eran hipersuperficies («hipermembranas») de dimensión ar-

bitraria que admitían una doble descripción. Por un lado, podían definirse como un objeto extenso al que quedaban adheridos los extremos de las cuerdas abiertas. Por otro, aparecían también como soluciones de las teorías de supergravedad (generalizaciones supersimétricas de la relatividad general que describen el comportamiento de las supercuerdas a bajas energías). Dichas soluciones de supergravedad exhibían un horizonte de sucesos, por lo que constituían versiones extensas de los agujeros negros («cuerdas negras», «membranas negras», etcétera).

Las D-branas mostraron ser extraordinariamente útiles. Aunque, al igual que las cuerdas, se encontraban definidas en un espaciotiempo de diez dimensiones, era posible usarlas para construir agujeros negros en cuatro dimensiones enrollando las dimensiones suplementarias de la manera adecuada. De esta manera, las D-branas proporcionaban una descripción microscópica de los agujeros negros: una basada en el sistema de cuerdas abiertas oscilantes adheridas a ellas.

En febrero de 1996, Maldacena y su entonces director de tesis, Curtis Callan, de la Universidad de Princeton, usaron esa descripción microscópica para contar el número de excitaciones elementales de un agujero negro en términos de cuerdas y branas. Al hacerlo, obtuvieron exactamente la fórmula de Hawking para la entropía del agujero negro. Ese análisis y el llevado a cabo semanas antes por Andrew Strominger, de la Universidad de California en Santa Bárbara, y Cumrun Vafa, de Harvard, constituyeron el primer cálculo de la entropía de un agujero negro a partir de primeros principios. Hoy en día, este resultado sigue siendo uno de los grandes éxitos de la teoría de cuerdas.

Teorías de campos y gravedad

En su histórico artículo de noviembre de 1997, Maldacena utilizaba de forma muy astuta esa doble descripción de las D-branas. Su objeto de estudio fue un gran número de D3-branas (branas de tres dimensiones espaciales) apiladas unas sobre otras.

Las D-branas están definidas en teorías que contienen cuerdas tanto abiertas como cerradas. Jugando con los parámetros de la teoría, es posible obtener un límite en el que las cuerdas cerradas dejan de interaccionar con las abiertas. En teoría de cuerdas, los gravitones (las partículas que transmiten la gravedad) corresponden a vibraciones de las cuerdas cerradas. Así pues, en el límite mencionado las cuerdas abiertas dejan de sentir la gravedad. Sobre las D-branas tenemos por tanto una teoría de cuerdas abiertas sin gravedad que, a bajas energías, se reduce a cierta teoría de partículas en cuatro dimensiones (las tres dimensiones espaciales de las D3-branas más el tiempo). Se trata, en concreto, de una teoría de campos conforme (CFT, por sus siglas en inglés); es decir, de una cuya física es la misma a cualquier escala de energía o distancia.

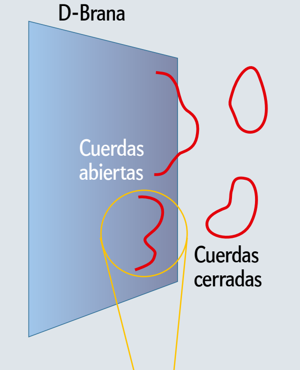
Maldacena se preguntó qué ocurriría al tomar el mismo límite en la descripción macroscópica de las D-branas; es decir, en aquella en la que estos objetos quedan representados por soluciones de tipo agujero negro en una teoría de supergravedad. Lo que encontró fue que tomar dicho límite correspondía a situarse muy cerca del horizonte de sucesos. En esa región, la geometría se aproxima a la de un espaciotiempo con constante cosmológica negativa, llamado «espaciotiempo de anti-De Sitter» (AdS), de cinco dimensiones. Dicho espaciotiempo está suplementado por una esfera de cinco dimensiones, lo que completa las diez dimensiones en las que originalmente estaban definidas las D-branas.

Para que todo funcionase era necesario que el número de D3-branas tendiese a infinito y que la constante de acoplamiento efectiva de la teoría de campos (es decir, la intensidad de las interacciones entre partículas) fuese muy grande. Al identificar ambas descripciones, Maldacena conjeturó que la teoría de gravedad en el espaciotiempo de AdS tenía que ser equivalente a la CFT en el límite de acoplamiento fuerte. La esfera de cinco dimensiones era un mero «espectador» asociado a las simetrías de la teoría de partículas.

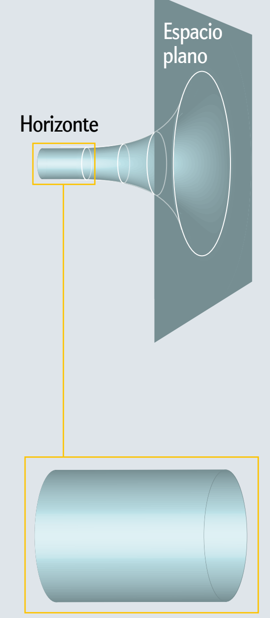
Llegados aquí es importante señalar que, en su mayor parte, los cálculos tradicionales en teoría cuántica de campos parten de la premisa de que las interacciones entre partículas han de ser débiles, lo que permite tratarlas como pequeñas perturbaciones sobre partículas libres. Cuando las interacciones son muy intensas (como ocurre con los quarks y los gluones a bajas energías, por ejemplo), los métodos habituales no pueden aplicarse y los físicos han de recurrir a simulaciones numéricas por ordenador. La dualidad propuesta por

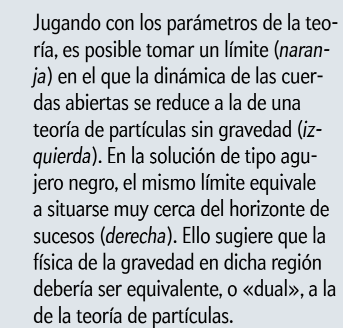
CUERDAS, PARTÍCULAS Y GRAVEDAD

En 1997, el físico Juan Maldacena, por entonces en Harvard, postuló que ciertas teorías de partículas tendrían que ser equivalentes a determinadas teorías de gravedad. En términos simplificados, el argumento que permite llegar a tal conclusión es el siguiente.



La teoría de cuerdas predice la existencia de D-branas: hiperplanos a los que quedan adheridos los extremos de las cuerdas abiertas (*izquierda*). Estos objetos generan un campo gravitatorio que, a grandes distancias y bajas energías, se asemeja al de un agujero negro (*derecha*).





Jugando con los parámetros de la teoría, es posible tomar un límite (*naranja*) en el que la dinámica de las cuerdas abiertas se reduce a la de una teoría de partículas sin gravedad (*izquierda*). En la solución de tipo agujero negro, el mismo límite equivale a situarse muy cerca del horizonte de sucesos (*derecha*). Ello sugiere que la física de la gravedad en dicha región debería ser equivalente, o «dual», a la de la teoría de partículas.

INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, SEGÚN EL AUTOR

Maldacena, sin embargo, permitía realizar cálculos en teorías de partículas fuertemente acopladas a partir de una teoría de gravedad. Aquello resultaba más que sorprendente: podían obtenerse resultados en teoría cuántica de campos usando técnicas de relatividad general.

Holografía

Otro aspecto fascinante de la dualidad de Maldacena era que podía entenderse como un caso particular de un principio muy general: el principio holográfico. Formulado a comienzos de los años noventa por Gerard 't Hooft, de la Universidad de Utrecht, y algo más tarde por Leonard Susskind, de Stanford, dicho principio guarda también una estrecha relación con la física de los agujeros negros.

Sabemos desde los años setenta que, al contrario que los sistemas físicos ordinarios, la entropía de un agujero negro no resulta proporcional a su volumen, sino al área del horizonte de sucesos. Por otro lado, la entropía de cualquier objeto constituye una medida de su número de estados microscópicos. Eso lleva a pensar que, de alguna manera, los estados fundamentales de un agujero negro deberían poder «codificarse» en el horizonte; es decir, en su frontera. A partir de tales consideraciones, 't Hooft y Susskind propusieron que la gravedad en cuatro dimensiones espaciotemporales tenía que poder describirse en términos de una teoría auxiliar, la cual estaría definida en un espacio con dos dimensiones espaciales y una temporal. La física de la gravedad sería por tanto similar a un holograma, donde toda la información necesaria para proyectar una imagen tridimensional puede codificarse en una placa de dos dimensiones.

La relación entre la conjetura de Maldacena y el principio holográfico fue puesta de manifiesto en febrero de 1998 en un artículo de Steven Gubser, Igor Klebanov y Alexander Polyakov, de la Universidad de Princeton, y en otro de Edward Witten, del Instituto de Estudios Avanzados de Princeton, ambos aparecidos en el repositorio arXiv con pocos días de diferencia. La clave se halla en la peculiar geometría del espaciotiempo de AdS. En un instante de tiempo fijo, un espacio de AdS de cinco dimensiones se asemeja a una caja esférica de cuatro dimensiones. La superficie de esta caja puede entenderse como el espacio tridimensional en el que vive la teoría conforme. Así vista, la dualidad nos dice que una teoría de gravedad en un espaciotiempo de AdS es equivalente a una teoría de partículas definida en la frontera de dicho espaciotiempo.

El artículo de Witten resultaría clave para la aceptación y desarrollo de la conjetura. Su importancia radicó no solo en la identificación de lo que ya se empezaba a llamar «dualidad AdS/CFT» como una implementación del principio holográfico. Witten también efectuó comprobaciones nada triviales de la dualidad y estableció de forma precisa la manera de calcular cantidades físicas en la teoría de campos a partir de la teoría de supergravedad. Su trabajo no solo transformó AdS/CFT en una herramienta de cálculo operativa, sino que mostró la idea original de Maldacena en toda su genial profundidad.

Hacia el mundo real

A pesar de su indudable interés físico, la formulación original de la dualidad AdS/CFT relacionaba teorías poco realistas. Aunque la CFT podía entenderse como una generalización abstracta de la cromodinámica cuántica (QCD, la teoría de las interacciones fuertes), una y otra exhibían importantes diferencias. En particular, la primera carecía de una de las propiedades más interesantes de la QCD: el confinamiento de los quarks a bajas energías (su tendencia a formar partículas compuestas, como el protón).

Un aspecto muy atractivo de la propuesta de Maldacena, anticipado por las ideas de Polyakov sobre el confinamiento de los quarks, era la interpretación geométrica de las escalas de energía. La «quinta dimensión» del espacio de AdS equivale a la energía en la teoría de campos dual: los procesos físicos a bajas energías en la CFT se encuentran asociados con la física gravitacional que tiene lugar muy lejos de la frontera de AdS. Ello abría la puerta a generalizar la conjetura modificando la geometría del interior del espacio de AdS para obtener teorías de campos duales que, a bajas energías, se pareciesen más a la QCD.

Una posibilidad, explorada por Witten, consistía en introducir un agujero negro en el interior de AdS, lo que equivalía a elevar la temperatura de la teoría de campos dual. Con el paso de los años se han estudiado otras modificaciones de la teoría de gravedad en AdS, lo que ha dado lugar al programa de investigación conocido como AdS/QCD.

La correspondencia descubierta por Maldacena ha mostrado ser un marco muy general para estudiar sistemas físicos en los que los constituyentes interaccionan con gran intensidad; entre ellos, los fluidos viscosos. Estos desarrollos se han aplicado al estudio del plasma de quarks y gluones generado en las colisiones entre iones pesados que tienen lugar en aceleradores como el Colisionador de Iones Pesados Relativistas (RHIC), en Brookhaven, o el Gran Colisionador de Hadrones (LHC) del CERN, cerca de Ginebra.

Otro campo de investigación muy activo en los últimos años ha sido la aplicación de la dualidad AdS/CFT a la física de la materia condensada. Hoy sabemos que algunos materiales cuánticos, como los superconductores, los metales extraños o los semimetales de Weyl, pueden estudiarse mediante teorías gravitacionales formuladas en una dimensión adicional.

Por último, la idea misma de entrelazamiento cuántico se interpreta en el contexto de AdS/CFT en términos puramente geométricos. Esta conexión con la teoría cuántica de la información podría proporcionar los elementos clave para entender el funcionamiento de la dualidad a un nivel fundamental. Dos décadas después de su formulación, la propuesta de aquel joven físico argentino que en su momento muchos recibimos con escepticismo no solo se ha convertido en una potente herramienta para estudiar los más variados sistemas físicos, sino que podría revelar insospechadas conexiones entre la mecánica cuántica y la geometría del espaciotiempo.

Miguel Á. Vázquez-Mozo *es físico teórico del Departamento de Física Fundamental de la Universidad de Salamanca.*

PARA SABER MÁS

The large *N* limit of superconformal field theories and supergravity. Juan Maldacena en *Advances in Theoretical and Mathematical Physics*, vol. 2, págs. 231-252, 1998.
Gauge theory correlators from noncritical string theory. Steven Gubser, Igor Klebanov y Alexander Polyakov en *Physics Letters B*, vol. 428, págs. 105-114, 1998.
Anti-De Sitter space and holography. Edward Witten en *Advances in Theoretical and Mathematical Physics*, vol. 2, págs. 253-291, 1998.

EN NUESTRO ARCHIVO

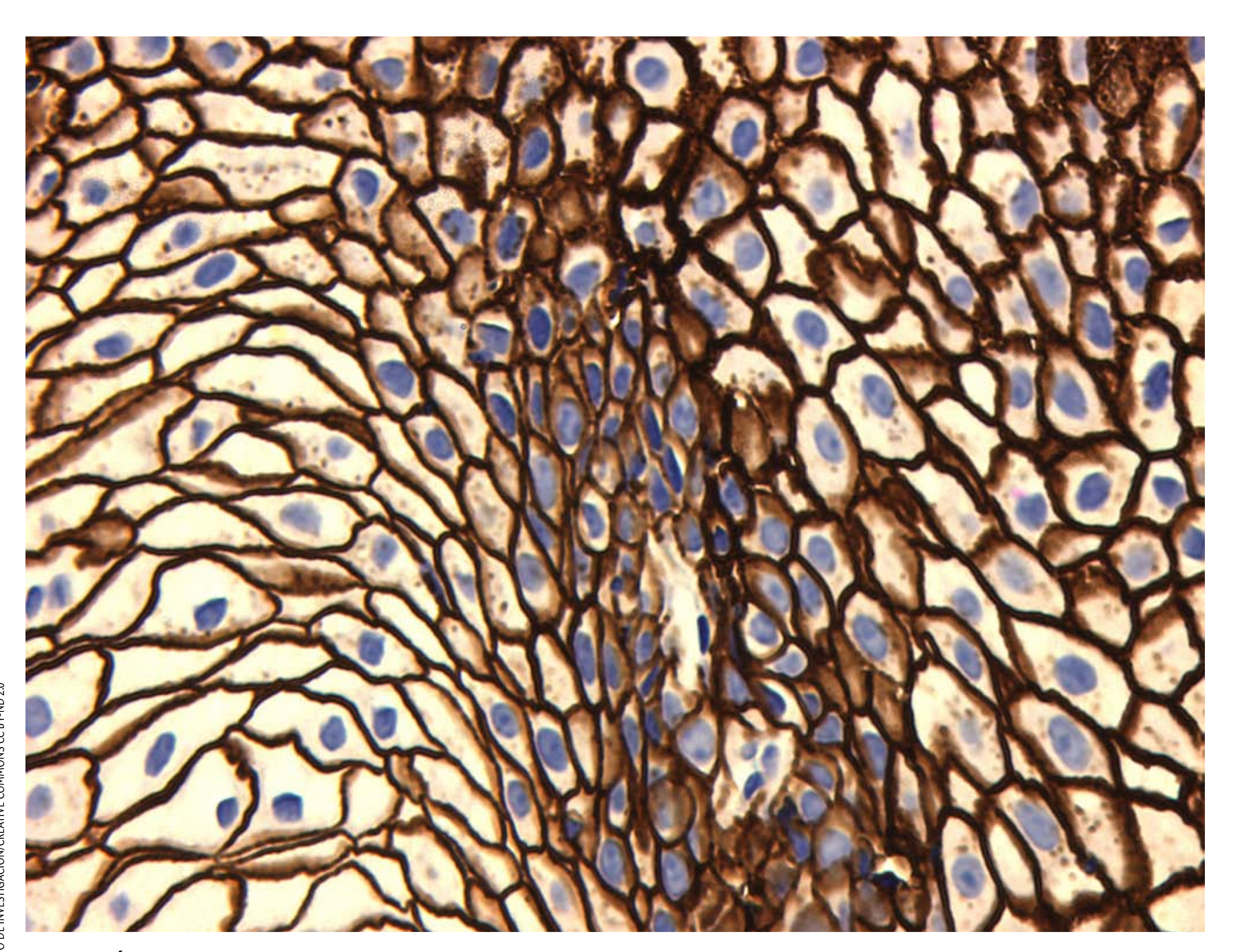
El espacio, ¿una ilusión? Juan Maldacena en *IyC*, enero de 2006.
Fases cuánticas y teoría de cuerdas. Subir Sachdev en *IyC*, marzo de 2013.
Geometría y entrelazamiento cuántico. Juan Maldacena en *IyC*, noviembre de 2015.
La materia cuántica, vista desde la quinta dimensión. Karl Landsteiner en *IyC*, septiembre de 2017.

BIOFÍSICA

Tejidos vivos que se comportan como cristales líquidos

Un modelo del epitelio sugiere que la dinámica de este y otros tejidos biológicos guarda una gran semejanza con la de un cristal líquido. Una experta en física de materiales y un biólogo comentan el alcance de estos hallazgos para sus respectivas disciplinas

LINDA S. HIRST Y GUILLAUME CHARRAS



LAS CÉLULAS epiteliales, como las que revisten la superficie interna del esófago (*micrografía*), muestran movimientos que se asemejan a los que presentan los cristales líquidos.

El epitelio, materia activa

Un reciente artículo de Thuan B. Saw, del Instituto de Mecanobiología de la Universidad Nacional de Singapur, y un nutrido grupo internacional de colaboradores ha demostrado que la física de la materia blanda puede contribuir a un conocimiento más profundo de la biología de sistemas. Los autores muestran que los esfuerzos de compresión inducidos por el ordenamiento orientacional y los defectos del epitelio constituyen un desencadenante físico de la muerte celular. Lo más excitante de este artículo es su relación con un nuevo campo de la física de la materia condensada: la materia activa.

Los físicos tratan con frecuencia de aplicar la termodinámica y la mecánica de los materiales blandos a los sistemas biológicos, pero esta vía adolece de graves limitaciones. Los sistemas vivos no suelen hallarse en equilibrio: los conjuntos celulares y subcelulares cambian sin cesar su estructura en respuesta a estímulos externos, consumiendo energía almacenada en moléculas de ATP. Por ello, uno de los acontecimientos más fascinantes en la física de la materia condensada actual es el auge en la investigación sobre la materia activa, la cual, al contrario que los sólidos

EN BREVE

- Los tejidos epiteliales revisten las cavidades y las superficies de los órganos en el cuerpo.
- Estos tejidos expelen las células innecesarias o nocivas mediante un proceso de extrusión.
- En un trabajo reciente se ha elaborado un modelo del epitelio que considera este tejido como un cristal líquido activo en el que los movimientos de las células generan defectos topológicos.
- Se ha comprobado así que existe una correspondencia entre los lugares de extrusión y las posiciones de los defectos en el cristal líquido.
- El trabajo abre nuevas perspectivas para ulteriores estudios acerca de los nexos entre la organización celular en los tejidos y algunos procesos biológicos clave.

y los líquidos clásicos, no se encuentra en equilibrio.

En la naturaleza pueden observarse numerosos ejemplos de materia activa, desde las bandadas de pájaros y los enjambres de insectos hasta las células, las combinaciones de biopolímeros y los motores moleculares. La característica común a todos ellos es que los conjuntos de elementos discretos (pájaros, células, biopolímeros, etcétera) absorben energía localmente y traducen esa energía en un desplazamiento que a su vez puede dar lugar a movimientos dinámicos a gran escala. El movimiento interno en el seno de un material activo puede originar también estructuras dinámicas emergentes. Entre ellas se cuentan los defectos topológicos, en donde se rompe el orden local.

¿Cómo encaja en este marco el trabajo de Saw? Las células epiteliales son un poco alargadas y se hallan estrechamente empaquetadas, lo que significa que pueden alinearse espontáneamente de modo similar a las moléculas de los cristales líquidos nemáticos, unos fluidos cuyas moléculas exhiben orden orientacional. El reciente estudio demuestra que las células epiteliales parecen comportarse como un nemático activo que contiene defectos topológicos móviles en forma de cometa.

De modo sorprendente, los autores afirman que este comportamiento proporciona un mecanismo que explica la extrusión celular. Para comprobarlo, llevaron a cabo experimentos en los cuales crearon láminas de células epiteliales que presentaban una configuración de defectos claramente definida por las restricciones geométricas impuestas. Cuando provocaron la aparición de defectos en lugares específicos, observaron que las células se expelían preferentemente de esos sitios. En otro estudio reciente, Kyogo Kawaguchi, de la Universidad de Tokio, y sus colaboradores han aportado pruebas de un comportamiento nemático activo similar en las células progenitoras neuronales, y han demostrado que la acumulación y expulsión de esas células también tiene lugar en las posiciones de los defectos topológicos.

¿Por qué se desencadena la eyección de células en los puntos defectuosos de una capa de células epiteliales? Mediante una técnica llamada microscopía de fuerza tractora, Saw y sus colaboradores detectaron esfuerzos compresivos sustanciales en torno a ciertos tipos de defectos (conocidos como defectos +1/2), donde se expelían con mayor probabilidad las células. En ellos observaron también que los niveles citoplásmicos de YAP, una proteína que responde a los esfuerzos, eran más elevados que los de las células de otros lugares, lo que hace pensar en un mecanismo desencadenado por los esfuerzos. Los niveles de caspasa-3 (una enzima asociada con la muerte celular por apoptosis) también aumentaban en los defectos.

Los autores arguyen de modo convincente que la naturaleza nemática y activa del epitelio proporciona un mecanismo físico de regulación de la eyección de células, un bello y notable ejemplo del papel relevante de la física de la materia blanda en la biología. Asimismo, describen uno de los pocos experimentos en los que la dinámica colectiva da lugar a un comportamiento predicho teóricamente. No queda sino esperar más descubrimientos relacionados con la materia activa en biología, un ámbito de la física que puede modelizar con precisión algunos sistemas vivos.

Linda S. Hirst *es profesora del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de California en Merced.*

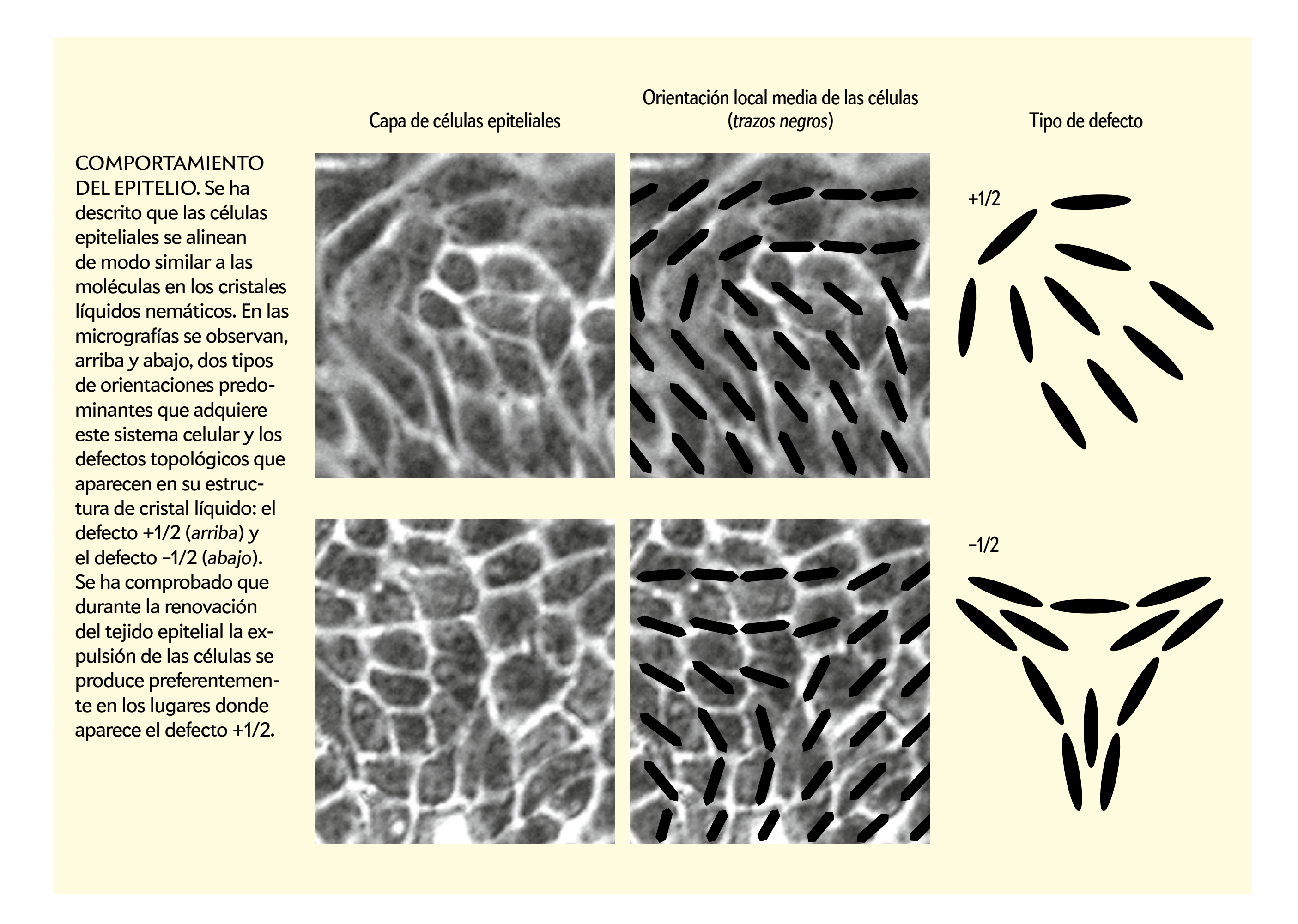
Implicaciones para la biología

Los epitelios deben renovarse constantemente para poder actuar a modo de barrera. Se sabía que estos tejidos favorecen cierta densidad de células, la cual se mantiene mediante un equilibrio entre la división celular y la eliminación (a través del mecanismo de extrusión). Pero se desconocía el motivo por el que algunas células en particular eran seleccionadas para su expulsión. La explicación de Saw y sus colaboradores se suma a un conjunto de datos cada vez más abundante que pone de manifiesto los vínculos entre efectos físicos, fuerzas mecánicas y comportamiento biológico.

Las moléculas constituyentes de los cristales líquidos nemáticos son elongadas y exhiben orden orientacional. De igual manera, las células que emigran suelen poseer un eje alargado, y existe una fuerte interrelación entre las direcciones de movimiento de células adyacentes. El nuevo trabajo demuestra que en los epitelios aparecen defectos parecidos a los que se dan en los cristales líquidos nemáticos; que las distribuciones de esfuerzos en torno a los defectos son similares; y que hay una estrecha relación entre los lugares donde se producen extrusiones y los defectos +1/2. Diríase que los epitelios se comportan como cristales líquidos.

¿Qué mecanismos moleculares inducen el comportamiento nemático de las células? La adhesión intercelular lleva a cabo un cometido crucial para coordinar la migración colectiva de las células al asegurar un elevado orden orientacional, una propiedad clave de los nemáticos. En concordancia con esta idea, Saw y sus colaboradores observaron que cuando se reducía la adhesión entre células epiteliales menguaba el orden orientacional y se producía un aumento de defectos y extrusiones.

Ya se sabía que las extrusiones celulares suelen producirse como consecuencia de señalizaciones que pueden durar varias horas. Una cuestión que se plantea con este trabajo es cuánto tiempo se necesita entonces para que se desencadene la extrusión de una célula en las cercanías de un defecto. Además, resulta sorprendente la observación concerniente a la mayor frecuencia de extrusiones en las vecindades de los defectos +1/2 respecto a los defectos de otro tipo (defectos –1/2). La comparación entre los diferentes tipos de defectos probablemente nos ayude a entender mejor la relación entre la topo-



COMPORTAMIENTO DEL EPITELIO. Se ha descrito que las células epiteliales se alinean de modo similar a las moléculas en los cristales líquidos nemáticos. En las micrografías se observan, arriba y abajo, dos tipos de orientaciones predominantes que adquiere este sistema celular y los defectos topológicos que aparecen en su estructura de cristal líquido: el defecto +1/2 (*arriba*) y el defecto –1/2 (*abajo*). Se ha comprobado que durante la renovación del tejido epitelial la expulsión de las células se produce preferentemente en los lugares donde aparece el defecto +1/2.

logía del tejido, los estímulos mecánicos y el destino de las células.

De modo más general, este descubrimiento pone de manifiesto una tendencia creciente que consiste en trasladar a los materiales biológicos teorías desarrolladas para los sistemas inertes. Por el momento no está claro si los cristales líquidos y las células epiteliales son realmente tan similares, o si será necesario introducir en la teoría ajustes específicos para las células a fin de explicar completamente la dinámica celular en los tejidos que remedan a los cristales líquidos. Con todo, el concepto de nemáticos celulares ofrece un marco teórico apasionante que proporciona un enlace entre la organización a la escala del tejido y el comportamiento de las células individuales. Como tal, debería resultar útil en muchas áreas de la biología.

Por poner un caso, las extrusiones son habituales durante el desarrollo embrionario. ¿Es solo la genética la que controla la localización espacial de las extrusiones, o también entra en liza la organización local del tejido? Los nuevos hallazgos pueden tener su relevancia también en otros procesos de desarrollo y en el cáncer, pues en ambos está involucrado un fenómeno llamado competencia celular. Esta tiene lugar cuando dos poblaciones celulares se disputan la dominancia y las células derrotadas son expelidas del epitelio. ¿Se podría considerar la competencia celular como un episodio de mezcla entre dos cristales líquidos nemáticos diferentes? ¿Y se podría predecir el resultado a partir exclusivamente de las diferencias en las propiedades nemáticas de las dos poblaciones?

Por último, el descubrimiento de Saw y sus colaboradores tal vez nos ayude a entender la transición epitelio-mesenquimal, un evento precoz en la progresión del cáncer que se relaciona con una reducción en la adhesión intercelular y un aumento de la motilidad celular. Dado que tanto la adhesión como la motilidad probablemente influyan en las propiedades del nemático celular epitelial, sería muy valioso saber cómo afectan a esos cristales líquidos las etapas moleculares que llevan a la transición epitelio-mesenquimal.

Guillaume Charras *es profesor del Centro de Nanotecnología de Londres, del Colegio Universitario de Londres.*

Artículo original publicado en *Nature* vol. 544, págs. 164-165, 2017.
Traducido con el permiso de Macmillan Publishers Ltd. © 2017

Con la colaboración de nature

PARA SABER MÁS

Spontaneous motion in hierarchically assembled active matter. T. Sanchez et al. en *Nature*, vol. 491, págs. 431-434, 2012.
Topological defects in epithelia govern cell death and extrusion. T. B. Saw et al. en *Nature*, vol. 544, págs. 212-216, 2017.
Topological defects control collective dynamics in neural progenitor cell cultures. K. Kawaguchi, R. Kageyama y M. Sano en *Nature*, vol. 545, págs. 327-331, 2017.

EN NUESTRO ARCHIVO

Mecánica de la migración celular. Xavier Trepat en *IyC*, noviembre de 2009.
Fuerzas mecánicas en las células. Stefano Piccolo en *IyC*, diciembre de 2014.

COMUNICACIÓN

La resistencia a los antibióticos padece un problema lingüístico

La confusión en el uso de las palabras socava la respuesta global a la creciente ineficacia de los fármacos antimicrobianos. Los expertos defienden la necesidad de armonizar la terminología cuanto antes.

MARC MENDELSON, MANICA BALASEGARAM, TIM JINKS, CÉLINE PULCINI Y MIKE SHARLAND



LAS TÁCTICAS RADICALES para frenar la propagación de ciertos patógenos como los *Staphylococcus aureus* resistentes a la meticilina (SARM) se beneficiarían de un frente unido, también en la terminología.

Un año más, la OMS ha organizado del 13 al 19 de este mes la Semana Mundial de Concienciación sobre el Uso de los Antibióticos. Sabemos desde hace décadas que las bacterias, los virus y los hongos son cada vez más resistentes a los medicamentos antiinfecciosos. La respuesta global a este complejo problema de salud pública (la comúnmente llamada «resistencia a los antimicrobianos») exige el compromiso de toda una serie de actores que incluye a Gobiernos, organismos reguladores, ciudadanos y especialistas en sanidad, alimentación, medioambiente, economía, comercio e industria.

Pero los integrantes de todos esos ámbitos tan dispares se hallan enzarzados en un diálogo de sordos. Muchos de los vocablos que emplean habitualmente para describir el problema no se comprenden bien, son malinterpretados o están cargados de connotaciones poco constructivas.

El pasado 16 de marzo, la ONU creó un grupo interinstitucional destinado a coordinar la lucha contra la resistencia a los medicamentos. Desde este artículo instamos a que, como una de sus medidas prioritarias, dicho grupo coordine una revisión de la terminología empleada por las principales partes interesadas. Tal iniciativa mejoraría la comprensión en todos los ámbitos y contribuiría a generar una respuesta global dirigida y coherente.

Cegados por la ciencia

Una encuesta impulsada por la OMS durante 2015 en una docena de países puso de manifiesto el desconocimiento del lenguaje propio de la resistencia a los antibióticos entre la ciudadanía. Menos de la mitad de los casi 10.000 encuestados había oído hablar en alguna ocasión de la «resistencia a los antimicrobianos» y solo una quinta parte sabía que su abreviatura (inglesa) es «AMR». En cambio, más de dos tercios conocían los términos «resistencia a los antibióticos» o «resistencia a los medicamentos».

Otro estudio similar publicado ese mismo año referente a los ciudadanos del Reino Unido (organizado por Wellcome Trust, una entidad benéfica de ámbito biomédico) reveló un panorama equiparable.

El uso indistinto de los términos por parte de la prensa y de la comunidad científica en sus publicaciones y encuentros

probablemente resulte contraproducente. Tomemos como ejemplo la producción de alimentos. En los últimos años, diversos sectores han instado a retirar progresivamente y prohibir el uso de los «antimicrobianos» como promotores del crecimiento en los animales de granja, con el propósito de salvaguardar a la población de los crecientes niveles de bacterias farmacorresistentes [*véase* «Resistencia antibiótica surgida de las granjas», por Melinda Wenner Moyer; Investigación y Ciencia, febrero de 2017].

Pero, por definición, los antimicrobianos abarcan medicamentos que desempeñan un papel esencial en el sostenimiento de los actuales niveles de rendimiento de la producción avícola en todo el mundo, puesto que reducen la inflamación del intestino causada por un tipo de microbios parásitos, los coccidios. Los anticoccidiales no ejercen efecto alguno en las bacterias y no generan resistencia bacteriana ni en el hombre ni en otros animales. Al no tener en cuenta este factor, la petición de prohibir todos los antimicrobianos usados para acelerar el crecimiento podría poner en riesgo la seguridad alimentaria.

Una terminología sencilla, clara e inequívoca contribuiría a que la campaña global contra la farmacorresistencia se centrara en la mayor amenaza inmediata: el auge de bacterias resistentes que causan enfermedades comunes, propiciado por el uso profuso de los antibióticos con fines médicos. Además, mejoraría la comprensión y la implicación de la ciudadanía. El estudio de Wellcome Trust constató que el ciudadano de a pie o no entendía el lenguaje de los científicos y los medios de comunicación en relación con la resistencia a los antibióticos, o tendía a mantenerse al margen del problema porque pensaba que no podía hacer nada al respecto.

El poder de la palabra

Las palabras importan. Un estudio de 2015 acerca del uso de vocablos en los medios de comunicación y las redes sociales reveló que los términos «cambio climático» y «calentamiento global» comportaban efectos dispares en el conocimiento y la concienciación. Y una encuesta de 2013 sugería que «calentamiento global» tenía más posibilidades que «cambio climático» de instar a los ciudadanos estadounidenses a respaldar los esfuerzos emprendidos por el Gobierno para paliar el problema, presumiblemente porque la expresión transmite una mayor sensación de riesgo personal.

De forma similar, el uso del término «fumador pasivo» durante los últimos cuarenta años ha resultado crucial para difundir los peligros del tabaquismo. Y la decisión tomada en 1986 de llamar al causante del sida «virus de la inmunodeficiencia humana» (en lugar de «virus linfotrófico humano de linfocitos T» o «virus asociado a linfadenopatía») ayudó a la gente a entender que la enfermedad estaba causada por un virus que atacaba el sistema inmunitario, lo cual fue crítico para paliar la estigmatización y relegar al olvido apelativos como «la plaga de los homosexuales», que hasta entonces habían dominado la comunicación sobre el sida.

La creación del grupo interinstitucional de las Naciones Unidas supone una oportunidad para usar el poder de las palabras en el ámbito de la resistencia a los fármacos. Desde aquí les instamos a centrarse en tres conceptos clave.

Infección resistente a fármacos. Proponemos que este sea el término general que (en inglés) describa todas aquellas infecciones debidas a microorganismos resistentes a los tratamientos, entre ellas las causadas por las bacterias que no responden a los antibióticos. Las encuestas de la OMS y Wellcome Trust indican que la mayoría de la gente entiende ese término, que ya está arraigado en el ámbito de la tuberculosis. (Los médicos y otros profesionales hablan comúnmente de «tuberculosis resistente a fármacos».) Asimismo, abogamos por el uso de vocablos más específicos, como «antibiótico» o «antimicótico» con preferencia sobre el



MÚLTIPLES SIGNIFICADOS

La expresión «uso racional de los antibióticos» suele emplearse solo en alusión a la labor de médicos y farmacéuticos. Sin embargo, compete también a otros agentes y enfoques:

Tipo	Agentes implicados y ámbitos de actuación
Individual	El prescriptor del medicamento adopta un abordaje sistemático para optimizar el empleo del mismo con miras a mejorar el desenlace del paciente, garantizar su seguridad y limitar la aparición de resistencias.
Multidisciplinar	Infectólogos, microbiólogos, médicos de medicina general, farmacéuticos, responsables de la prevención de infecciones y personal de enfermería, o veterinarios y auxiliares veterinarios (sanidad animal), cooperan con el propósito de optimizar el uso de los antibióticos en los enfermos.
Hospitalario (institucional)	Uno o varios equipos trabajan de forma conjunta, normalmente coordinados por un comité del centro.
Comunitario	Centros de salud de atención primaria, consultorios médicos compartidos o unipersonales, centros de atención a largo plazo o, en el campo de la sanidad animal, explotaciones ganaderas aisladas o grupos de ellas.
Nacional	Se abarcan cuestiones más amplias. Se utiliza la legislación y la reglamentación para definir el acceso a los medicamentos y quién puede recetarlos.
Global	Se extenderá a los programas nacionales, con el fin de coordinar a las diversas naciones, países y redes regionales, así como las actividades a escala continental. La Organización Mundial de la Salud está trabajando en «un marco global para el uso racional que facilite el desarrollo, el control, la distribución y el uso correcto de los nuevos antibióticos, medios de diagnóstico, vacunas y otras intervenciones, en conexión con nuevos modelos de investigación y desarrollo».

EL ABUSO DE LOS ANTIBIÓTICOS COMIENZA EN EL LENGUAJE

Tal como nos explican con claridad Mendelson y sus colaboradores, la terminología relacionada con el tratamiento de las enfermedades infecciosas abunda en errores muy frecuentes. Repasemos aquí cuáles son las formas correctas de nombrar, en español, los diferentes elementos.

Las infecciones están causadas básicamente por cuatro tipos de agentes infecciosos: bacterias, virus, parásitos y hongos. Sinónimos de «agentes infecciosos» pueden ser las palabras «microbios» o «agentes patógenos». Por tanto, cuando nombramos a todas las clases de fármacos que en general pueden utilizarse para combatir las infecciones hablamos de «antimicrobianos». Estos incluyen a los antibacterianos o antibióticos, los antivíricos, los antiparasitarios y los antimicóticos o antifúngicos (para el tratamiento de las infecciones producidas por hongos). La actividad de cada una de ellos es bien diferente: con ciertas excepciones, un antibiótico no será útil frente a un virus, un hongo o un parásito; y lo mismo vale para los antivíricos, los antiparasitarios y los antifúngicos.

Es muy frecuente que la población general, y —lamentablemente— también los medios de comunicación, confundan esos términos. Uno de los errores más frecuentes se produce al describir las infecciones adquiridas en el ámbito de la internación. En la inmensa mayoría de los casos, estas se deben a bacterias. Sin embargo, con suma frecuencia se escucha o se lee en los medios informativos que «tal persona adquirió un virus hospitalario resistente». Tanto es así, que tal vez los médicos escuchemos a los pacientes hablar más de «virus resistentes» que de «bacterias resistentes», que son de lejos el principal problema a nivel mundial. ¿Por qué las palabras aquí importan, y mucho? Porque, entre otras cosas, las infecciones bacterianas suelen requerir la administración de un antibiótico (sinónimo de antibacteriano), pero no las de naturaleza vírica (sin duda la primera causa de resfriados, gripe, anginas, laringitis, bronquitis, sinusitis, otitis y otras infecciones respiratorias). No nos cansaremos de repetirlo: los antibióticos no actúan frente a los virus.

El uso excesivo de los antibióticos es uno de los principales problemas de salud pública a nivel mundial. La resistencia a estos medicamentos se relaciona directamente con su mal uso y abuso: consumirlos cuando no es necesario, o en dosis inferiores a las recomendadas, o abandonar el tratamiento antes de lo debido, generan rápidamente resistencia. ¿Qué significa esto? Que, muy probablemente, el día que realmente necesitemos un antibiótico, no nos va a servir. Resistencia es sinónimo, en la práctica, de ineficacia del medicamento.

—Gabriel Levy Hara
Jefe de la Unidad de Enfermedades Infecciosas
del Hospital Carlos G. Durand, Buenos Aires
Coordinador del Grupo de Uso Apropiado de Antimicrobianos
de la Sociedad Internacional de Quimioterapia

de «antimicrobiano» cuando se designen los medicamentos que actúan contra un tipo concreto de microorganismo.

Uso racional. Esta expresión sale a relucir con frecuencia en los debates acerca de la resistencia a los medicamentos. En concreto, designa cómo el uso sensato de los antibióticos puede maximizar tanto sus efectos en el momento presente como las posibilidades de que sigan siendo útiles para las generaciones venideras. Pero el término se emplea con demasiada estrechez semántica.

Tradicionalmente la racionalización en el uso de los antibióticos se ha venido aplicando como parte de los programas hospitalarios, por lo que muchas personas designan con tal expresión las actuaciones de los especialistas en infectología y los farmacéuticos. Pero hoy, su puesta en práctica compete a un colectivo mucho más amplio (*véase el recuadro* «Múltiples significados»). El uso racional de los antibióticos consiste en el compromiso, ya sea individual o multidisciplinar, hospitalario o extrahospitalario, por asegurar el uso sensato y prudente de los antibióticos en aquellos pacientes o animales que sufren una infección bacteriana que requiere tratamiento, cerciorándose de que todos los aspectos de la prescripción (dosis, duración, etcétera) sean los que deberían ser. En el otro extremo, la OMS trabaja en este momento en el desarrollo de un marco global para el uso racional de los antibióticos (posiblemente análogo a la Convención Marco para el Control del Tabaquismo creada por dicho organismo).

Además, «conservación» suele emplearse indistintamente como sinónimo de uso racional. Pero el término posee un significado más amplio, puesto que también engloba la prevención de la infección en primer lugar, por ejemplo a través de la vacunación o de la mejora de la calidad del agua y la higiene.

Guerra. Buena parte de la retórica que envuelve la resistencia a los medicamentos embarca a la humanidad en una lucha contra las bacterias. La gente alude con frecuencia a «la guerra contra los supermicrobios» o a la «lucha contra la resistencia microbiana». También —en busca de un enemigo— achaca a menudo la responsabilidad del auge de las bacterias resistentes a los antibióticos de uso humano a los profesionales de la sanidad animal, al sector ganadero y a los criadores y veterinarios.

Ese discurso acusador no conduce a ninguna parte. El uso veterinario de los antibióticos selecciona bacterias que son resistentes a los medicamentos. Y tales bacterias resistentes pueden viajar desde la granja hasta el plato. Pero el mayor culpable de la resistencia a los antibióticos en los humanos es la intensa presión ejercida por el mal uso y el abuso de los antibióticos con fines médicos.

La narrativa bélica también pasa por alto nuestra relación simbiótica con las bacterias. Cuanto más nos lancemos «al ataque», más probable será que olvidemos las funciones vitales que desempeña la microbiota bacteriana que coloniza el intestino, las vías respiratorias y la piel humanas. Cerca de 100 billones de bacterias habitan solo en nuestro intestino y la mayoría contribuye a mantener nuestra salud.

La guerra y la amenaza fueron en su día potentes reclamos, pero ahora es preciso adoptar un vocabulario más mesurado, matizado y armonizado, uno que tenga en cuenta el equilibrio ecológico.

Una acción vale más que mil palabras

Puesto que la terminología se halla sujeta a variaciones sociales, geográficas y disciplinares que condicionan su

comprensión e interpretación, se hace preciso instaurar un programa de investigación que optimice el léxico en los diversos países y lenguas. Tal programa podría emprenderse como parte del primer objetivo del Plan de Acción Mundial de la OMS, con el propósito de mejorar la concienciación y la comprensión en torno a la resistencia a los antimicrobianos por medio de la divulgación, la educación y la formación.

Dicho programa de investigación podría identificar los términos usados globalmente y decidir sobre la conveniencia de traducir directamente los vocablos ingleses a otras lenguas. En francés, por ejemplo, el término «infección resistente a fármacos» no es corriente; ni tampoco la traducción de «resistencia a los antimicrobianos» (*résistance aux antimicrobiens*). En su lugar, se prefiere *antibiorésistance*, contracción de «resistencia antibiótica».

Se podría estudiar, asimismo, cómo entienden esos términos las personas de estamentos sociales diversos, evaluar el impacto de los distintos lenguajes sobre la comprensión y los índices de infección, alcanzar un consenso global en torno a la terminología científica de la resistencia e integrar el vocabulario resultante en los programas de educación y en las estrategias de comunicación globales.

William Shakespeare fue el maestro de la polisemia. En el soliloquio de Julieta «¿Qué hay en un nombre?...», esta medita sobre los halagos de su Romeo acerca de la naturaleza insustancial y arbitraria de los calificativos. Pero ante la gravedad de lo que nos podría deparar el futuro, ha llegado el momento de recurrir al poder de las palabras para cambiar el rumbo de los acontecimientos.

PARA SABER MÁS

World Health Organization antibiotic resistance: Multi-country public awareness survey. WHO, 2015.

Wellcome trust exploring the consumer perspective on antimicrobial resistance. Wellcome Trust, junio de 2015.

Tackling drug-resistant infections globally: Final report and recommendations. The Review on Antimicrobial Resistance. Dirigido por Jim O'Neill. Gobierno del Reino Unido/Wellcome Trust, mayo de 2016.

EN NUESTRO ARCHIVO

La crisis de los antibióticos. Joan Gavaldà en *IyC*, noviembre de 2016.

Marc Mendelson *dirige la División de Enfermedades Infecciosas y Medicina del Sida del Hospital Groote Schuur, de la Universidad de Ciudad del Cabo.*

Manica Balasegaram *dirige la Colaboración Global para la Investigación y el Desarrollo de Antibióticos, en Ginebra.*

Tim Jinks *dirige el Programa de Infecciones Resistentes a Fármacos de la fundación Wellcome Trust, en Londres.*

Céline Pulcini *es profesora de enfermedades infecciosas en el Hospital Universitario de Nancy e investigadora de la Universidad de Lorena, en Nancy.*

Mike Sharland *es profesor de enfermedades infecciosas pediátricas en el Instituto de Infecciones e Inmunidad de la Universidad de Londres.*

Artículo original publicado en *Nature* vol. 545, págs. 23-25, mayo de 2017. Traducido con el permiso de Macmillan Publishers Ltd. © 2017

Con la colaboración de nature

ESPECIAL

CIENCIA Y

Claves para comprender

SE SUPONE QUE EL SEXO ES SIMPLE, al menos a nivel genético. La explicación biológica de los libros de texto viene a ser X + X = ♀ y X + Y = ♂. Venus o Marte. Rosa o azul. Pero a medida que la ciencia lo observa más detenidamente, va quedando claro que un par de cromosomas no siempre bastan para distinguir si una persona es chica o chico, ni desde el punto de vista del sexo (los rasgos biológicos) ni en lo que se refiere al género (la identidad social).

En el campo cultural, ese cambio de perspectiva se ha adoptado ya de forma amplia. Las definiciones no binarias del género (transfemenina, *genderqueer*, *hijra*) han ido entrando en las lenguas comunes. Menos visibles quizá son los cambios que se están produciendo en las ciencias biológicas. El marco conceptual que se va constituyendo acerca de qué denota el «ser chica» o el «ser chico» descubre la participación de una compleja red génica, y parece que el proceso se extiende mucho más allá de ese momento específico, durante la sexta semana de gestación, cuando las gónadas empiezan a formarse.

En diversa medida, muchos de nosotros somos un híbrido en un continuo macho-hembra. Unos investigadores encontraron células XY en una mujer de 94 años de edad; unos cirujanos, un útero en un hombre de 70 que había sido padre cuatro veces. Nuevos indicios hacen pensar que el cerebro es un mosaico de tipos celulares, algunos más yin, otros adentrados de la escala yang.

Estos hallazgos entrañan consecuencias de largo alcance, más allá de la necesidad de actualizar los libros de texto de biología. Inciden particularmente en la identidad personal, la salud y el bienestar

MUJERES

las cuestiones de género

económico de las mujeres. Y es así porque las discusiones sobre las diferencias biológicas innatas entre los sexos persisten aun bien dejado atrás el momento en que deberían haber pasado a mejor vida. Como enseña este número monográfico de Investigación y Ciencia, las desigualdades de género perduran bien entrado el siglo xxi.

Por fortuna, la situación ha mejorado. En el mundo, se trate de países ricos o de países pobres, las mujeres han dado grandes pasos en la educación y la salud reproductiva y han ido ocupando más cargos con capacidad de decisión. Pero no es suficiente. Persisten barreras económicas que les impiden acceder al capital y al mercado laboral, que las privan de un sueldo decente en los trabajos que sí encuentran. Hay también que dedicar más esfuerzo a investigar cómo afectan de modo diferente las enfermedades a cada sexo, así como a adaptar los tratamientos médicos a las necesidades de las mujeres. Para que prospere un mundo interconectado, ellas deben contar con un empoderamiento mayor para aguantar su mitad de los cielos, una cuestión a la que debería prestarse tanta atención como al cambio climático y al control de las armas nucleares.

El cambio continuará solo si las instituciones que cuentan siguen abiertas a él. El bienestar de las mujeres ha de ser visto como un asunto relevante para la humanidad entera. Confiamos en que la nueva ciencia del sexo y del género ayudará a moldear la percepción pública y las medidas políticas necesarias para avanzar hacia un escenario de plena igualdad.

—La redacción





HOMBRES PROMISCUOS, MUJERES CASTAS Y OTROS MITOS

La idea de que las diferencias de comportamiento entre ambos sexos son innatas e inmutables no se sostiene científicamente

CORDELIA FINE Y MARK A. ELGAR

Uno de los museos de arte más provocadores de Australia, el Museo de Arte Nuevo y Antiguo, en Hobart (Tasmania), acogió hace poco una exposición sobre la evolución del arte. Tres científicos evolutivos, encargados de elegir su contenido, ofrecieron sus perspectivas sobre cómo la evolución, además de modelar los atributos de amebas, hormigas y antílopes, explica también la singular actividad humana del arte. Una de esas perspectivas contempla el arte como un rasgo afín a la colorida cola del pavo real, que potencia el éxito reproductor del que la posee al resaltar su superioridad como pareja.

¿Nos evoca esa idea la imagen de una aplaudida artista, famosa por transgredir con intrepidez los límites de la convención artística, abriéndose paso plácidamente entre una serie de jóvenes y atractivas musas masculinas? Dudamos que sea así.

EN SÍNTESIS

La explicación evolutiva clásica de las desigualdades de comportamiento entre hombres y mujeres sostiene que son el reflejo de un patrón evolutivo visible en todo el reino animal. Desde ese punto de vista, numerosas diferencias de género serían «naturales».

Pero las investigaciones han revelado que muchas de las premisas originales de ese argumento resultan erróneas.

Los factores ambientales, además, desempeñan un papel primordial en el desarrollo de los comportamientos. Los cambios culturales progresivos no van en contra de la naturaleza, sino que la reescriben.

Los estereotipos del macho promiscuo y osado y de su antagonista, la mujer casta y prudente, se hallan profundamente arraigados. Es creencia popular que las diferencias de conducta entre los varones y las féminas son ancestrales. Ellas habrían sido modeladas por la selección natural a lo largo de los siglos con el fin de sacar el máximo provecho de su dispar capacidad reproductora. Ellos, en virtud de su inclinación innata por el riesgo y la competitividad, estarían destinados a dominar cada esfera de las disciplinas humanas, ya sea el arte, la política o la ciencia.

Pero una mirada atenta a la biología y al comportamiento de los humanos y los animales demuestra que muchas de las premisas que conforman tal planteamiento son erróneas. En numerosas especies, las hembras exhiben una conducta competitiva o ejercen un papel dominante. Y hombres y mujeres suelen mostrar preferencias similares en lo que concierne a la vida sexual. Asimismo, cada vez está más claro que los factores ambientales heredados condicionan el comportamiento adaptativo; en la especie humana, tales factores incluyen nuestra cultura de género. Ello significa que la igualdad entre sexos podría ser más factible de lo supuesto hasta ahora.

MACHOS INTRÉPIDOS, HEMBRAS EXIGENTES

El origen de la explicación evolutiva de la desigualdad de género pasada y presente arranca con la teoría de la selección sexual de Charles Darwin. Sus observaciones le llevaron a la conclusión de que, en la palestra del cortejo y el apareamiento, el esfuerzo por ser el elegido suele recaer en el sexo masculino. De ahí que sea este, más que el sexo femenino, el que ha adquirido atributos como la corpulencia o grandes astas con el fin de expulsar a los que compiten con él por el territorio, el estatus social o el apareamiento. Asimismo, él es, por norma general, el portador de rasgos puramente estéticos destinados a seducir a las hembras, como un plumaje deslumbrante, un elaborado reclamo de cortejo o un aroma exquisito.

Sin embargo, fue el biólogo británico Angus Bateman quien, a mediados del siglo pasado, aportó una interpretación convincente de por qué ser macho suele abocar a la competición sexual. El objeto de su investigación consistía en poner a prueba una premisa importante de la teoría de Darwin. A semejanza de la selección natural, la selección sexual hace que algunos individuos cosechen más éxito que otros. Así pues, si la selección sexual actúa más intensamente sobre los machos, estos deberían mostrar una mayor variabilidad en su éxito reproductor, lo que generaría desde fracasados rotundos hasta casanovas irresistibles. En cambio, las hembras deberían ser mucho más parecidas en su éxito reproductor. Ello explicaría por qué ser el equivalente animal de un artista brillante, en contraposición con uno mediocre, resulta mucho más beneficioso para el macho que para la hembra.

Bateman empleó moscas de la fruta para verificar su idea. A pesar de que entonces no existían las pruebas de paternidad, se las apañó para deducirla, así como el número de parejas formadas por los machos y las hembras. Recurrió a moscas portadoras de distintas mutaciones genéticas, como una que alarga las cerdas de las alas, otra que curva los apéndices alares hacia arriba y una tercera que reduce los ojos a proporciones minúsculas o nulas. Esas mutaciones a veces son evidentes en la descendencia, de modo que Bateman pudo estimar cuántos hijos había engendrado cada adulto contabilizando el número de mutantes entre los descendientes supervivientes. A partir de esos datos, llegó a la conclusión de que, en efecto, el éxito reproductor (valorado como la cantidad de

PÁGINAS ANTERIORES: YUKO SHIMIZU

descendientes) de los machos variaba más que el de las hembras. Bateman describió asimismo que el éxito del macho solo mejoraba si aumentaba el número de parejas. Este resultado, argumentaba, explica por qué los machos compiten y las hembras eligen: el éxito del pretendiente está limitado básicamente por el número de hembras que logra inseminar, mientras que la pretendida puede alcanzar su techo con una única pareja que le proporcione los espermatozoides que precisa.

En un principio, los académicos ignoraron el estudio de Bateman. Pero, una veintena de años después, el biólogo evolutivo Robert Trivers, hoy en la Universidad Rutgers, le otorgó notoriedad. Expresó la idea de Bateman en términos de la mayor inversión femenina en la procreación (el voluminoso óvulo frente al minúsculo espermatozoide), y señaló que esta asimetría inicial va más allá de los gametos. Abarca también la gestación, la alimentación (la lactancia en los mamíferos) y la protección. Y del mismo modo que todo comprador demuestra mucho más cuidado a la hora de elegir un automóvil que una baratija de usar y tirar, Trivers sugiere que el sexo que más invierte en la procreación (el femenino) no se decidirá hasta tener ante sí a la que considere la mejor pareja posible. Y aquí estriba el quid de la cuestión: el sexo que menos esfuerzo invierte (el masculino) se comportará de modos que le permitan diseminar en lo posible su simiente barata y abundante.

El razonamiento es tan elegante y convincente que no es de extrañar que las investigaciones coetáneas descubrieran numerosas especies que encajaban en los denominados principios de Bateman y Trivers, entre ellas algunas inusuales en las que el progenitor masculino soporta el peso de la procreación. Tal es el caso de ciertas especies de catídidos, o saltamontes longicornios: durante la cópula, el macho entrega a la hembra una cápsula de esperma provista de un paquete rico en nutrientes (espermatofílax), por lo que ellas pugnan entre sí por el favor de sus compañeros.

Los principios de Bateman y Trivers también parecen aportar una explicación de la dinámica de los géneros en las sociedades humanas. Se da por hecho que a la mujer no le interesa el sexo ocasional con parejas diversas, y que se muestra menos competitiva y dispuesta a asumir riesgos. Si se aplica la lógica de Bateman y Trivers, esa actitud pretendería proteger su inversión. Así pues, el llamamiento de la directora de operaciones de Facebook Sheryl Sandberg a que las mujeres se esfuercen en el trabajo para ascender hasta la cumbre parece quedar socavado por los argumentos de que la predisposición a asumir riesgos y a competir es más fuerte en el sexo viril debido a su mayor rédito reproductor.

INCUMPLIR LAS NORMAS

Pero resulta que la naturaleza no es ni mucho menos ni tan simple ni tan clara como señalaría ese razonamiento, ni siquiera en los animales. Desde que se forjaran los principios de Bateman y Trivers, muchas de sus premisas han acabado siendo rebatidas. Una de ellas hace referencia a lo módica que supuestamente resulta la reproducción para el macho. El esperma no siempre es barato ni abundante. Por ejemplo, los insectos palo macho tardan varias semanas en recuperar la libido después de su larga cópula. Y un examen más reciente de la conducta reproductora de la mosca de la fruta ha revelado que los machos no siempre aprovechan todas las oportunidades de apareamiento que se les presentan. Ello tiene consecuencias para las hembras de numerosos insectos, porque si se aparean con un macho que ya ha copulado a placer, se arriesgan a no obtener suficientes espermatozoides. Este no es un problema infrecuente para ellas, que pueden llegar a copular repetidas veces con otros machos precisamente para conseguir una cantidad suficiente de espermatozoides.

De hecho, al revisar los datos de Bateman, Patricia Gowaty, de la Universidad de California en Los Ángeles, y sus colaboradores revelaron que el éxito reproductor de las hembras de la mosca de la fruta también aumenta con la frecuencia del apareamiento, pauta que se ha repetido en un nutrido número de otros animales. Asimismo, los estudios de campo han puesto en entredicho otras suposiciones acerca del apareamiento. En un número sorprendentemente amplio de especies, una parte sustancial de las hembras no halla pareja y no logra procrear. Ni tampoco la promiscuidad es la práctica generalizada en los machos. La monoginia, en la que el macho se aparea una sola vez, no es infrecuente y puede ser un método eficaz para maximizar el éxito reproductor.

Los insectos no son los únicos animales que desafían los principios de Bateman y Trivers. Incluso en los mamíferos, en los que la inversión en la reproducción se inclina claramente del lado femenino a causa del coste que suponen la gestación y la lactancia, la competencia es importante no solo para el éxito del macho, sino también para el de la hembra. Por ejemplo, las crías de las chimpancés de alto rango tienen más posibilidades de nacer y de sobrevivir que las de las progenitoras de rangos más bajos.

Sin ir más lejos, en nuestra especie el relato tradicional se complica aún más por la ineficacia de la actividad sexual. A diferencia de tantas otras especies, en las que la cópula está coordinada hormonalmente en mayor o menor medida para asegurar que culmine en la concepción, el ser humano practica el coito en abundancia sin finalidad procreadora, circunstancia que tiene profundas implicaciones. En primer lugar, significa que cada cópula tiene escasas probabilidades de culminar con la gestación de una cría, un hecho que debería rebajar el alto rédito reproductor que en teoría conlleva diseminar numerosos gametos. En segundo lugar, indica que el sexo sirve para otros fines, aparte de la procreación, como reforzar las relaciones.

Los cambios culturales y sociales exigen un replanteamiento de la aplicación de los principios de Bateman y Trivers a la especie humana. La visión dicotómica de los sexos que se impuso en el pasado siglo ha dado paso a otra que contempla las diferencias básicamente en grado, y no en clase. La creciente emancipación sexual de la mujer, que tra-



Cordelia Fine es profesora de historia y filosofía de la ciencia en la Universidad de Melbourne y miembro del Instituto de Liderazgo de la Mujer, de Australia. Su último libro es *Testosterone rex: Myths of sex, science, and society* (W.W. Norton, 2017) (*véase una reseña del mismo en la sección «Libros»*).



Mark A. Elgar es profesor de biología evolutiva en la misma universidad. El grupo de investigación que dirige aborda aspectos vinculados con la trascendencia evolutiva de los comportamientos cooperativos y de apareamiento y estudia la comunicación visual y química como factores propiciadores de tales conductas.



jo consigo la píldora anticonceptiva y la revolución sexual, ha propiciado un notable incremento de las relaciones sexuales prematrimoniales y del número de parejas carnales, especialmente en la mujer. Y hombres y mujeres declaran tener preferencias bastante parecidas en su vida sexual. La segunda Encuesta Nacional Británica de Actitudes y Hábitos Sexuales, basada en una muestra aleatoria de más de 12.000 ciudadanos de 16 a 44 años encuestados en el cambio de siglo, constató que el 80 por ciento de los varones y el 89 por ciento de las féminas preferían la monogamia.

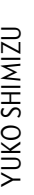
Entretanto, el movimiento feminista ha mejorado las oportunidades de la mujer para acceder y despuntar en los dominios tradicionalmente masculinos. En 1920, solo 84 mujeres estudiaron en las doce facultades de derecho más prestigiosas que admitían su ingreso, si bien para estas letradas resultaba casi imposible hallar un empleo. En el siglo XXI, el número de graduados en derecho está repartido casi por igual entre ambos sexos y, en 2015, las mujeres sumaban cerca del 18 por ciento de los asociados en los gabinetes de abogacía.

RIESGOS Y BENEFICIOS

Cuando centramos la mirada en esta amplia perspectiva sobre los patrones de género para fijarnos en el detalle de las diferencias sexuales en el comportamiento, la historia evolutiva se torna aún más confusa. Pensemos en la asunción de riesgo, antaño considerada un rasgo netamente masculino, merced a su papel en el éxito reproductor del macho. Resulta que las personas son bastante idiosincrásicas en el tipo de riesgos que están dispuestas a correr. El paracaidista que practica la caída libre seguramente no cree jugársela más que aquel que prefiere practicar ejercicio en la seguridad de un gimnasio. Es la percepción que cada cual tiene sobre los posibles costes y beneficios de cierta acción arriesgada, no su actitud hacia el riesgo per se, la que explica las diferencias en el tipo de riesgos que está dispuesto a asumir. Esos costes y ventajas percibidos no solo incluyen las pérdidas y las ganancias materiales, sino también intangibles, como la repercusión sobre su reputación o la visión que uno tiene de sí mismo.

Ese matiz es importante porque, en ocasiones, el balance de beneficios y riesgos no es el mismo para el varón que para la mujer a causa de sus diferencias físicas, las normas de género o de ambos factores. Repárese, por ejemplo, en los riesgos que entraña un escarceo sexual. En el varón, este culminaría casi con total seguridad en el orgasmo y, tal vez, afianzaría su reputación de «macho». En la mujer, el placer sexual resulta mucho menos probable, según un estudio multitudinario entre estudiantes estadounidenses publicado en 2012 por Elizabeth Armstrong, de la Universidad de Michigan, y sus colaboradores. Y a causa del doble rasero que impera, tendría más posibilidades de ver manchada su reputación por el episodio. Así, entre las jóvenes australianas, el sociólogo Michael Flood, ahora en la Universidad Politécnica de Queensland, comprobó que el calificativo de ser uno o una «cualquiera» conserva un mayor sentido de reproche y desprecio cuando se aplica a la mujer. Asimismo, la fémina corre mayor riesgo físico, comenzando por el embarazo y las enfermedades venéreas y acabando por la agresión sexual.

La lente con la que se miran los riesgos y los beneficios también puede poner de relieve la distinta propensión de los sexos a esforzarse en el trabajo, como Sandberg aconsejaba que hicieran sus iguales. Es difícil que una joven abogada, que mire primero a la multitud de compañeras de su mismo nivel y después a las contadísimas socias de gabinete y juezas, se muestre tan optimista como un hombre joven a obtener una recompensa si se sacrifica por su carrera profesional. Y ello antes de pararse a pensar en el sexismo, la discriminación de género y hasta el acoso sexual que predominan en las profesiones tradicionalmente masculinas, como el derecho o la medicina.



Aun así, la idea de que una sociedad no sexista puede suprimir los efectos psicológicos de las ancestrales diferencias de género en la inversión reproductora no parece factible para muchos. Un reciente artículo publicado en *The Economist* equiparaba la tradición del anillo de compromiso con diamantes, impulsada mediante *marketing*, con la extravagante cola del pavo real, un ritual de cortejo que pone de manifiesto los recursos y el compromiso del varón. El periodista escribió: «Tal vez parezca que la incipiente igualdad de la mujer convierta en redundantes las galanterías de cortejo masculinas. Pero las preferencias en la elección de pareja son el fruto de miles de años de evolución y no cambiarán de la noche a la mañana».

INFLUENCIA AMBIENTAL

No hay duda de que el sexo influye en el cerebro, pero este argumento pasa por alto el creciente reconocimiento en el ámbito de la biología evolutiva de que la descendencia no solo hereda los genes, sino también un entorno ecológico y social que puede ejercer un papel esencial en la expresión de los rasgos adaptativos. Por ejemplo, las polillas macho que durante su etapa larvaria han crecido en una población densa desarrollan unos testículos notoriamente voluminosos. Esas gónadas las dotan para encarar la enconada competición copulatoria que se desatará contra la multitud de iguales de su población. Uno podría suponer que tan generosa talla sea un rasgo adaptativo determinado por la genética, pero las larvas masculinas de esa misma polilla criadas en una población de baja densidad desarrollan en cambio alas y antenas más grandes, ideales para emprender la búsqueda de las hembras dispersas.

Si el entorno social influye en el desarrollo de los caracteres físicos ligados al sexo, parece lógico suponer que la conducta sexual también lo haga. Un caso notable lo constituyen las hembras de los citados saltamontes catídidos, que compiten por los machos que les suministran a la vez esperma y sustento, en línea con los principios de Bateman y Trivers. Sorprendentemente, cuando en el entorno abunda el polen nutritivo, su naturaleza competitiva se desvanece.

El ambiente es igualmente importante para el comportamiento adaptativo de los mamíferos. Las investigaciones publicadas desde finales de los años setenta revelan que las ratas hembra cuidan a sus crías de modo distinto según su sexo: lamen con fruición la región anogenital de los machos porque les atrae la alta concentración de testosterona de su orina. Asombrosamente, la conducta de las madres influye en el desarrollo de rasgos cerebrales implicados en el futuro comportamiento masculino de apareamiento.

Tal y como ha apuntado el filósofo de la ciencia Paul Gruiffiths, de la Universidad de Sídney, no debería sorprendernos que los factores ambientales o las experiencias que se repiten en cada generación acaben incorporándose como aportaciones al desarrollo que dan lugar a los rasgos evolucionados.

En nuestra especie, esas aportaciones incluyen la rica herencia cultural que recibe cada recién nacido.

FUENTE: «RETHINKING BATEMAN'S PRINCIPLES: CHALLENGING PERSISTENT MYTHS OF SEXUALLY RELUCTANT FEMALES AND PROMISCUOUS MALES», POR ZULEYMA TANG-MARTÍNEZ, EN *JOURNAL OF SEX RESEARCH*, VOL. 53, N.^OS^ 4–5; 2016.

¿AMOR ÚNICO Y VERDADERO?

Si bien la promiscuidad ha sido considerada tradicionalmente un carácter masculino que garantiza el éxito reproductor del varón, en el reino animal existen docenas de especies en las cuales **las hembras engendran más descendencia cuando se aparean con varios machos.**

Y si bien las construcciones sociales del género varían en el tiempo y el espacio, todas las sociedades confieren al sexo biológico un fuerte significado cultural. La socialización del género arranca en el nacimiento y solo tiene sentido si la implacable selección natural la explota. Que el varón asuma riesgos y que la mujer los evite bien podría representar un carácter adaptativo surgido en nuestro pasado evolutivo. Pero cuando la cultura cambia y crea un patrón de recompensas, castigos, normas y consecuencias muy distinto de los del pasado, ello repercute en el patrón de conductas asociadas a un sexo u otro.

Así pues, el redactor de *The Economist* no se equivocaba del todo cuando afirmaba que las preferencias en la elección de pareja son el fruto de milenios de evolución y no mudarán de la noche a la mañana. La creación de cambios culturales no tiene nada de simple ni de rápido, pero sin duda pueden acaecer en lapsos más breves que milenios.

Tomemos como ejemplo las desigualdades sexistas en la importancia que unos y otras conceden a los medios económicos, el atractivo y la castidad de su pareja. Lo pintoresco que hoy suena el término «castidad» a los oídos de los occidentales en contraste con hace algunas décadas delata la rapidez con la que sobrevienen los cambios en las expectativas de género culturales. En muchas culturas, las mujeres y los hombres de los países que gozan de mayor igualdad son más parecidos en todas esas dimensiones relativas a la elección de pareja que los de los países menos igualitarios, según un estudio publicado en 2012 por Marcel Zentner y Klaudia Mitura, ambos en la Universidad de York. Las investigaciones también han evidenciado que en EE.UU. los hombres conceden ahora más importancia a la inteligencia, la educación y las perspectivas económicas de su pareja, y menos a sus dotes culinarias y como ama de casa, que décadas atrás. Entretanto, el cliché de la solterona estudiosa es una reliquia histórica: si bien antaño las mujeres pudientes y con educación superior eran menos proclives a contraer matrimonio, ahora tienen más posibilidades de dar ese paso. ¿Veremos el día en que las mejores galerías de arte del mundo exhiban tantas piezas de mujeres como de hombres? Sin duda, no deberíamos dejar que las moscas de Bateman nos lo digan. IyC

PARA SABER MÁS

The new social darwinists. John Horgan en *Scientific American*, octubre de 1995.
Sexual selections: What we can and can't learn about sex from animals. Marlene Zuk. University of California Press, 2002.
Rethinking Bateman's principles: Challenging persistent myths of sexually reluctant females and promiscuous males. Zuleyma Tang-Martínez en *Journal of Sex Research*, vol. 53, n.^os^ 4-5, págs. 532-559, 2016.
Inferior: How science got women wrong-And the new research that's rewriting the story. Angela Saini. Beacon Press, 2017.
Testosterone rex: Myths of sex, science, and society. Cordelia Fine. W. W. Norton, 2017.

EN NUESTRO ARCHIVO

La evolución de la poliandria. Francisco García González en *IyC*, junio de 2012.

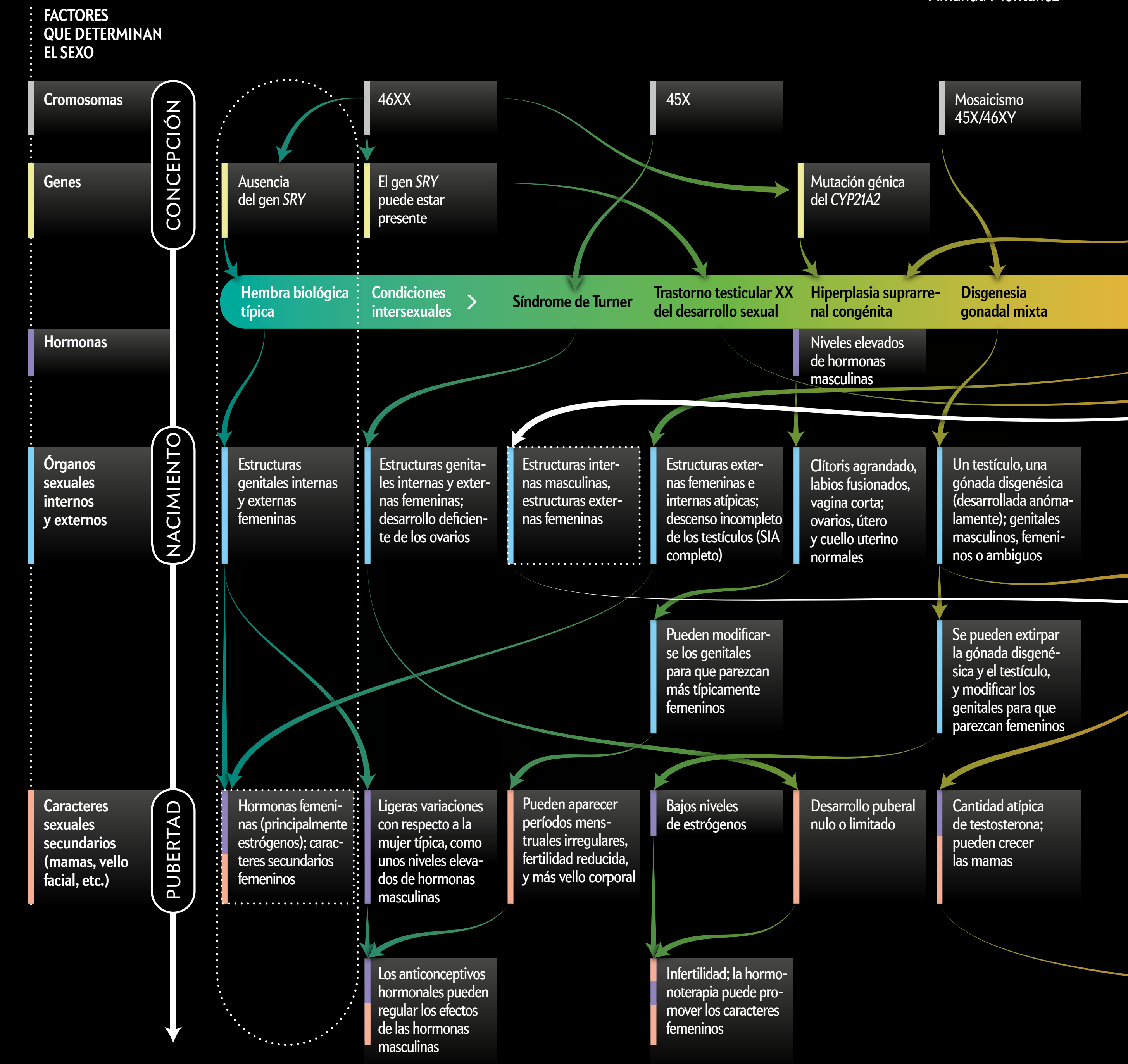
MÁS ALLÁ DE XX Y XY

Multitud de factores determinan si alguien es mujer, hombre o se halla en algún punto intermedio

Los seres humanos estamos condicionados socialmente para considerar el sexo y el género como atributos binarios. Desde el momento en que nacemos —o incluso antes— somos etiquetados categóricamente como niño o niña. Pero la ciencia apunta a una realidad mucho más ambigua.

La determinación del sexo biológico es asombrosamente compleja, pues no solo tiene que ver con la anatomía sino con una intrincada orquestación de factores bioquímicos y genéticos que van actuando a lo largo del tiempo. Los individuos intersexuales (aquellos en que el desarrollo sexual adopta una trayectoria atípica) se caracterizan por un abanico diverso de condiciones, como la carencia de 5-alfa reductasa (*círculo*). Aquí se expone una pequeña muestra representativa de ellas y de las vías que siguen. En otro estrato adicional de complejidad, el género con el que cada persona se identifica no siempre concuerda con el sexo que se le asigna al nacer, y puede no ser enteramente masculino o femenino. Cuanto más sabemos sobre el sexo y el género, más parece que ambos existen en un espectro.

—*Amanda Montañez*



El espectro del género

Una mujer transgénero es una persona a la que se caracterizó al nacer como masculina basándose en su anatomía pero que se reconoce como mujer.

Una mujer cisgénero es una persona a la que se caracterizó al nacer como femenina basándose en su anatomía y que además se reconoce como mujer.

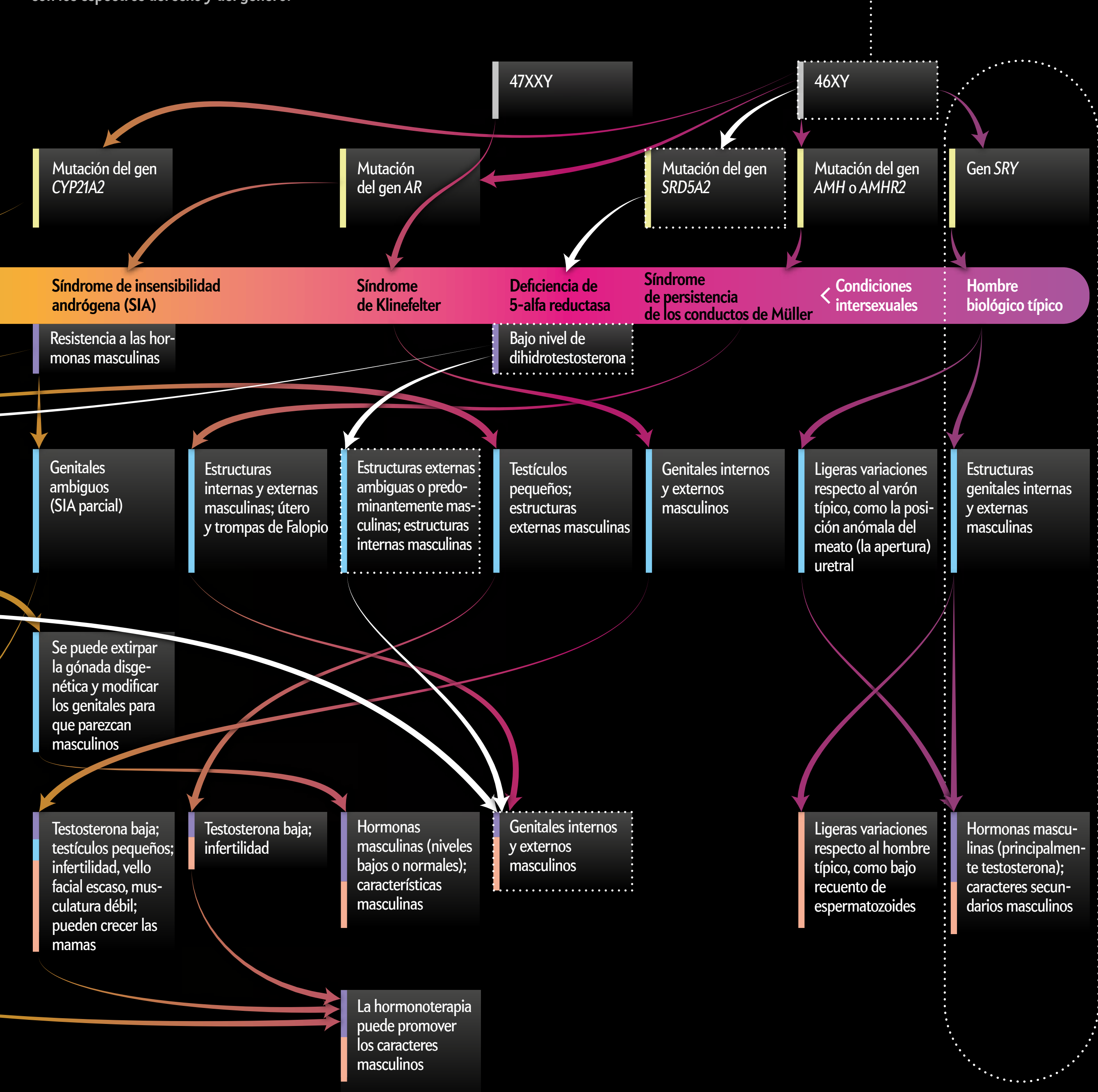
Una persona no binaria es aquella que no se reconoce como enteramente femenina ni enteramente masculina. Se puede identificar con ambos géneros o con ninguno, o puede tener un género lábil, en el sentido de que fluctúa entre el femenino y el masculino.

Un hombre transgénero es una persona a la que al nacer se la caracterizó como femenina basándose en su anatomía pero que se reconoce como hombre.

Un hombre cisgénero es una persona a la que al nacer se la caracterizó como masculina y que además se reconoce como hombre.

La sexualidad concierne a la orientación sexual del individuo o al tipo de personas por las que siente atracción. La sexualidad es también un espectro, si bien no coincide con los espectros del sexo y del género.

La carencia de 5-alfa reductasa es una condición intersexual que puede seguir múltiples vías durante el desarrollo. Los individuos afectados presentan una dotación cromosómica 46XY, como un hombre biológico típico, pero una mutación genética provoca una carencia de la hormona dihidrotestosterona. La anatomía externa del paciente varía, por lo que a un individuo se le puede asignar uno u otro sexo al nacer, pero en la pubertad una subida de testosterona estimula la aparición de los atributos masculinos. Como resultado, los pacientes, que son criados como niñas, acaban reconociéndose a menudo como masculinos.



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE AMANDA HOBBS; REVISIÓN DE EXPERTO POR AMY WISNIEWSKI *CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD DE LA UNIVERSIDAD DE OKLAHOMA*; PITCH INTERACTIVE Y AMANDA MONTAÑEZ (*gráficos*)

¿EXISTE UN CEREBRO FEMENINO?

El debate sobre si mujeres y hombres presentan diferencias cerebrales relevantes podría tener profundas implicaciones para la salud y la identidad personal

LYDIA DENWORTH

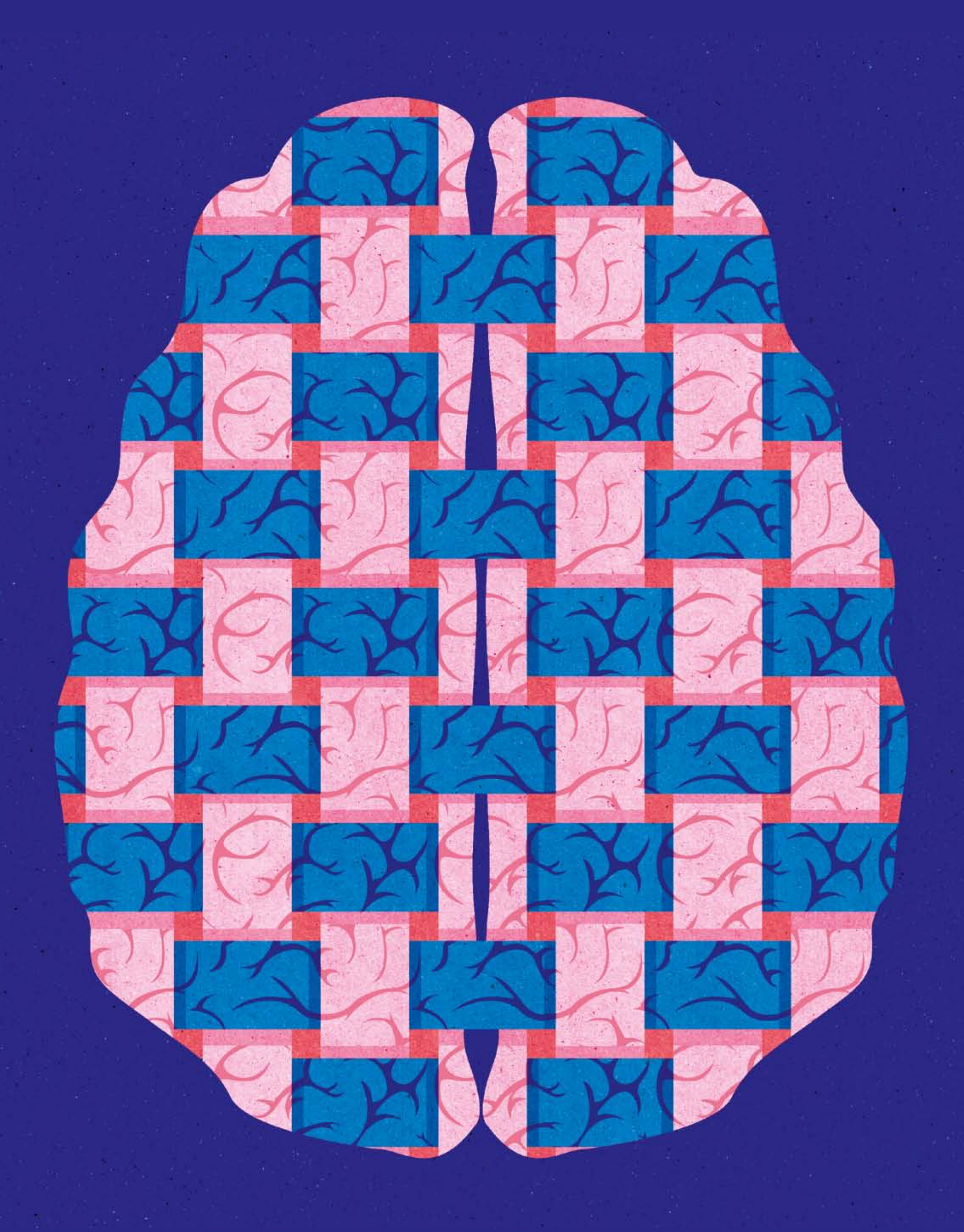


n 2009, Daphna Joel, neurocientífica de la Universidad de Tel Aviv, decidió dar un curso sobre psicología de género. Como feminista, se interesaba desde hacía tiempo por las cuestiones de sexo y género; como científica, estudiaba principalmente las bases neurales del comportamiento obsesivo-compulsivo. Para prepararse el curso, Joel pasó un año revisando gran parte de la extensa y polarizada bibliografía sobre las diferencias sexuales en el cerebro. Los cientos de artículos trataban desde las variaciones en el tamaño de determinadas estructuras anatómicas en ratas hasta las posibles raíces de la agresividad masculina o la empatía femenina en humanos. Al principio, Joel compartía una creencia popular: igual que las diferencias sexuales producen casi siempre dos sistemas reproductores, también producirían dos formas diferentes de cerebro, una para las hembras y otra para los machos.

Al continuar leyendo, Joel se encontró con un artículo que contradecía esa idea. El estudio, publicado en 2001 por Tracey Shors y sus colaboradores en la Universidad Rutgers, se centraba en un detalle del cerebro de las ratas: las espinas dendríticas, unas protrusiones diminutas en las neuronas que regulan la transmisión de las señales eléctricas. Los investigadores demostraron que, cuando los niveles de estrógeno eran elevados, las ratas hembras tenían más espinas dendríticas que los machos. También descubrieron que, cuando se sometía a estrés intenso a machos y hembras, mediante una descarga eléctrica en la cola, su cerebro respondía de manera opuesta: mientras que ellos producían más espinas, ellas desarrollaban menos.

A partir de ese hallazgo inesperado, Joel planteó una hipótesis sobre diferencias cerebrales entre sexos que ha suscitado una nueva controversia en un campo ya muy debatido. En lugar de considerar que existen áreas del cerebro distintas en hembras y machos, proponía contemplar nuestro cerebro como un mosaico (adaptando un término ya usado por otros autores) conformado por un surtido variado de rasgos masculinos y femeninos, a veces intercambiables. La variabilidad en sí misma y el solapamiento de conductas entre sexos (hembras agresivas y machos empáticos, o incluso hombres y mujeres que presentan ambos rasgos a la vez) hacen pensar que los cerebros no pueden agruparse en dos categorías distintas (o dimórficas). Esa masa de algo más de un kilogramo que se alberga en el cráneo no es ni masculina ni femenina, según Joel. Junto con sus colaboradores de Tel Aviv, del Instituto Max Planck de Ciencias Cognitivas Humanas y del Cerebro, en Leipzig, y de la Universidad de Zúrich,

KOTRYNA ZUKAUSKAITE



la experta puso a prueba su idea mediante el análisis de imágenes de resonancia magnética de más de 1400 cerebros y demostró que, de hecho, la mayoría contenía características tanto masculinas como femeninas. «Todos pertenecemos a una población única y extremadamente heterogénea», comenta.

Cuando el trabajo de Joel fue publicado en 2015 en *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, científicos con ideas similares lo proclamaron como un gran avance. «El resultado pone en evidencia confusiones muy arraigadas», escribió Gina Rippon, profesora de neuroimagen cognitiva en la Universidad de Aston. «Mi esperanza es que cambie las reglas del juego en el siglo xxi.»

Sin embargo, investigadores que llevaban mucho tiempo estudiando las diferencias sexuales mostraron su profundo desacuerdo. Discrepaban con la metodología y las conclusiones de Joel, así como con su feminismo manifiesto. «El artículo es ideología enmascarada como ciencia», comenta el neurobiólogo Larry Cahill, de la Universidad de California en Irvine, quien arguye que los métodos estadísticos de Joel fueron apañados (si bien no necesariamente de manera consciente) para favorecer su hipótesis. Otras críticas fueron más comedidas. «Existe variabilidad entre individuos, y ella lo demuestra maravillosamente, pero eso no significa que no haya en el cerebro regiones que, en promedio, sean diferentes entre hombres y mujeres», sostiene la neurocientífica Margaret M. McCarthy, de la Facultad de Medicina de Universidad de Maryland, que estudia diferencias sexuales en ratas.

Joel, por su parte, está de acuerdo en que la genética, las hormonas y el ambiente crean variaciones. Incluso admite que, con la información suficiente sobre ciertos rasgos de un cerebro cualquiera, es posible adivinar, con un alto grado de precisión, si pertenece a una mujer o a un hombre. Pero lo que no puede hacerse, apunta, es lo contrario: señalar a cualquier hombre o mujer y predecir la cartografía y el paisaje molecular de su cerebro, o su personalidad, solo porque se conoce el sexo de esa persona.

Aunque su estudio resulte controvertido, el fondo de lo que afirma Joel es cierto, explica Catherine Dulac, bióloga molecular de la Universidad de Harvard cuyo trabajo con ratones refleja los descubrimientos de Joel: «Existe una enorme heterogeneidad entre individuos». Reconocer ese hecho ha añadido un nuevo punto de vista en la controversia sobre qué significa ser hombre o mujer. Para los neurocientíficos, ya no basta desentrañar las diferencias sexuales en el cerebro. El debate se centra ahora en el origen, la magnitud y el significado de esas diferencias. Podría influir enormemente en el modo de ver el sexo y el género dentro y fuera del laboratorio, así como en la cuestión de si las pautas farmacológicas y los protocolos terapéuticos deberían adaptarse de forma específica a las mujeres y los hombres.

EN SÍNTESIS

La creencia popular sostiene que existen diferencias notables entre el cerebro femenino y el masculino.

Sin embargo, nuevos y controvertidos estudios indican que la mayoría de los cerebros muestran un mosaico de rasgos de ambos sexos.

El debate que se ha derivado de ellos ha agitado la neurociencia y ha planteado preguntas acerca de cómo se consideran el sexo y el género fuera del laboratorio.

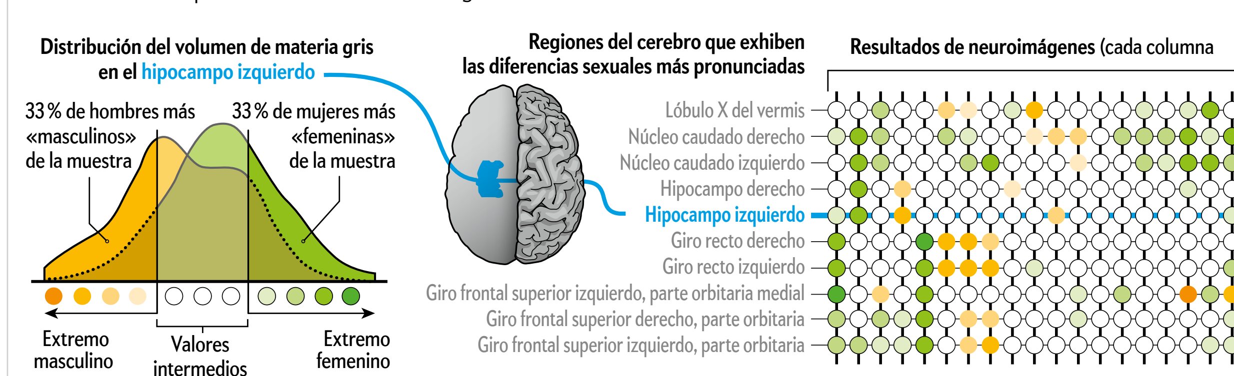
ARGUMENTOS A FAVOR Y EN CONTRA

A finales del siglo xix, mucho antes de que se concibiera la resonancia magnética, la principal diferencia medible entre los cerebros de hombres y mujeres era su peso (medido en la autopsia, evidentemente). Como el cerebro femenino pesaba, en promedio, unos 150 gramos menos que el masculino, los científicos declararon que ellas debían ser menos inteligentes. Como relata la periodista Angela Saini en *Inferior: How science got women wrong —and the new research that's rewriting the story* («Inferiores: Cómo se equivocó la ciencia con las mujeres, y la investigación reciente que está cambiando el relato»), la defensora de los derechos de la mujer Helen Hamilton Gardener (pseudónimo) se enfrentó a los expertos de entonces con el argumento de que la relación entre el peso (o tamaño) cerebral respecto al corporal tenía que ser más relevante para la inteligencia que el peso en sí mismo; de lo con-

DATOS DE NEUROIMÁGENES

El cerebro, un mosaico

Las diferencias entre sexos halladas en el cerebro humano han llevado a la idea de que este órgano puede definirse como masculino o femenino. Un estudio realizado por Daphna Joel, de la Universidad de Tel Aviv, y sus colaboradores aporta una perspectiva distinta. Su trabajo ha revelado que el cerebro típico constituye un mosaico en el que se combinan algunas características habituales de los hombres y otras de las mujeres, lo que induce a pensar que los cerebros humanos no pueden dividirse en dos categorías sexuales diferenciadas.



FUENTE: «SEX BEYOND THE GENITALIA: THE HUMAN BRAIN MOSAIC», DE DAPHNA JOEL ET AL. EN *PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES USA*, VOL. 112, N.º 50, 15 DE DICIEMBRE DE 2015; JEN CHRISTIANSEN (*gráfico*)

trario, «un elefante podría pensar mejor que cualquiera de nosotros». De modo coherente, Gardener donó su cerebro a la ciencia. Su peso resultó ser unos 150 gramos inferior al del promedio masculino, pero igual al del eminente científico que había fundado la colección de cerebros de la Universidad Cornell, en la que se almacenaría el de Gardener. (Para que conste, Garderner se acercaba a la idea correcta. «Cuando se corrige por tamaño cerebral, la mayoría de las diferencias entre sexos desaparecen, o se reducen mucho», apunta Lise Eliot, neurocientífica de la Escuela de Medicina de Chicago, de la Universidad Rosalind Franklin de Medicina y Ciencia.)

Durante buena parte del siglo posterior, la búsqueda de diferencias sexuales en el cerebro no la protagonizaron los neurocientíficos, sino los endocrinólogos, que estudiaban las hormonas sexuales y el comportamiento de apareamiento. La determinación del sexo es un proceso complejo que empieza cuando una combinación de genes de los cromosomas X e Y actúan en el útero y activan el «interruptor» que lleva a la feminización o la masculinización. Pero, más allá de la reproducción y de la distinción entre varón y mujer, se seguían describiendo diferencias psicológicas y cognitivas entre sexos. Entre los años sesenta y principios de los ochenta, la psicóloga de la Universidad Stanford Eleanor Maccoby halló menos diferencias de las esperadas: las niñas tenían mayor capacidad verbal que los niños, mientras que los niños obtenían mejores resultados en pruebas espaciales y matemáticas. Como podía preverse, surgieron críticas. Janet Hyde, psicóloga de la Universidad de Wisconsin-Madison, llevó a cabo un metanálisis con los datos de estudios anteriores y, según publicó en 2016, descubrió que las mujeres son tan buenas en matemáticas como los hombres, y que ellos y ellas se asemejan en la mayoría de las variables psicológicas, aunque no en todas. Basándose en estos resultados,



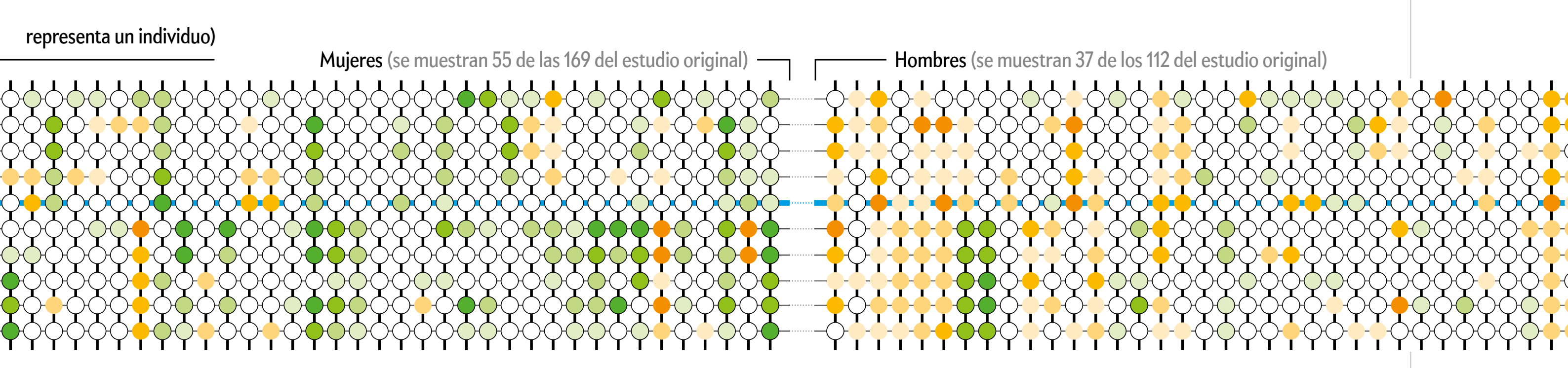
Lydia Denworth es periodista científica. Ha escrito artículos y libros sobre temas diversos, en especial sobre neurociencia y comportamiento social.

Hyde desarrolló lo que denomina la hipótesis de similitudes de género, que propone que la constitución psicológica de hombres y mujeres tiene más semejanzas que diferencias.

Cuando la tecnología permitió observar lo que sucedía dentro de un cerebro vivo, se identificó una larga lista de diferencias entre sexos que no tenían nada que ver con el apareamiento o los cuidados parentales. En un artículo en *Nature Review Neuroscience* de 2006, Cahill describió una profusión de datos que señalaban la influencia del sexo, en animales y humanos, en numerosas regiones del cerebro y en el comportamiento; en concreto, en la emoción, la memoria, la visión, la audición, el procesamiento de caras, la percepción del dolor, la orientación, los niveles de neurotransmisores, la acción de las hormonas del estrés en el cerebro y los estados patológicos. McCarthy ha medido en ratas un sinfín de parámetros, desde el tamaño de grupos de neuronas que constituyen núcleos cerebrales hasta el número de astrocitos y microglía, células que conforman un sistema de apoyo para las neuronas. «Hay pruebas irrefutables de que existe una base biológica para las diferencias entre sexos en el cerebro, que se extiende de los animales a los humanos», explica. Pero McCarthy también enfatiza que el origen de las diferencias en los humanos es más complejo que en los animales, ya que estos no lidian con el género, el conjunto de atributos psicológicos y sociales del sexo. «En los humanos, el hecho de que seamos criados en un rol de género particular desde el instante en el que nacemos ejerce por sí mismo un impacto biológico en nuestro cerebro», comenta. En su libro de 2009 *Pink brain, blue brain* («Cerebro rosa, cerebro azul»), Eliot concuerda con ello y argumenta que la plasticidad, el modo en que el cerebro cambia en respuesta a la experiencia, produce más diferencias de comportamiento entre sexos que la programación biológica.

DISTINTIVOS NEURALES ENTRE LOS SEXOS

En su estudio de 2015, Joel examinó imágenes de resonancia magnética del cerebro de más de 1400 individuos y descubrió un solapamiento entre las áreas de tejido neural (*materia gris*) que presentan las mayores diferencias entre machos y hembras. En las neuroimágenes del hipocampo izquierdo, la mayoría de las hembras y los machos presentaban un volumen de materia gris que caía hacia la mitad del espectro continuo de «masculinidad» o «feminidad» (*a la izquierda, gráfica; abajo, círculos blancos de un subconjunto de los datos del estudio*). Además, cerca de un tercio de los individuos exhibían rasgos de masculinidad y feminidad (*abajo, círculos de varias tonalidades: en verde, feminidad, y en naranja, masculinidad*). Solo un 2,4 por ciento mostraba únicamente rasgos de un extremo u otro. La tendencia se reflejaba también en otro conjunto de datos empleado por los investigadores, y los hallazgos se corroboraron con análisis posteriores sobre rasgos de personalidad, actitudes y comportamientos.



Pero el paso del cerebro al comportamiento provoca los desacuerdos más estridentes. El estudio de alto impacto más reciente acusado de alimentar estereotipos (y etiquetado como «neurosexista») fue el publicado en 2014 por Ruben Gur, Raquel Gur y Ragini Verma, de la Universidad de Pensilvania. Los investigadores utilizaron imágenes por tensor de difusión (una técnica que muestra la fuerza de las conexiones entre neuronas) para examinar cerca de 1000 cerebros de sujetos de entre 8 y 22 años de edad. Hallaron que los hombres presentaban conexiones más fuertes *dentro* de los hemisferios izquierdo y derecho, y que las mujeres mostraban conexiones más robustas *entre* los hemisferios. Los investigadores concluyeron que el cerebro masculino se estructuraba para facilitar la conectividad entre percepción y acción coordinada, mientras que el femenino estaba diseñado para facilitar la comunicación entre los modos de procesamiento analítico e intuitivo. (Un punto débil del estudio es que los datos no se corrigieron en función del tamaño cerebral.)

EL CEREBRO DE ELLA, EL CEREBRO DE ÉL

La idea de que existe un **cerebro femenino** y un **cerebro masculino** se halla más arraigada en la cultura popular que en la bibliografía científica.

BÚSQUEDA DE VARIABILIDAD

Tal era la vorágine en la que se sumergió Joel. Numerosos estudios previos habían identificado diferencias en un solo rasgo cerebral y las habían utilizado para realizar afirmaciones sobre poblaciones enteras, con valores promedio para mujeres y hombres. Joel y sus colaboradores hicieron lo contrario: a partir de las diferencias en la población halladas al estudiar un grupo entero se preguntaron qué podía afirmarse sobre los cerebros individuales. «Son dos formas de describir el mundo», comenta Joel. Ambas muestran las mismas diferencias a nivel de grupo. La pregunta fundamental es: ¿Cuál refleja mejor el cerebro humano? ¿La primera, que define un cerebro típicamente femenino y otro típicamente masculino, o la segunda, en la que el cerebro de la mayoría de los individuos corresponde a un mosaico de características masculinas y femeninas?

En concreto, el estudio de Joel de 2015 se hacía dos preguntas: ¿Cuánto solapamiento hay en los rasgos que muestran diferencias entre mujeres y hombres? Y ¿son los cerebros «uniformes internamente»? Joel desarrolló este último concepto para determinar si todos los rasgos de un cerebro eran masculinos o femeninos. Mediante el uso de cuatro grandes conjuntos de datos de resonancia magnética, su equipo identificó, en cada conjunto, varios rasgos con las mayores diferencias entre hombres y mujeres, como el volumen total de los somas y las extensiones dendríticas de las neuronas (materia gris) y de sus fibras conectoras (materia blanca). Descubrieron un espectro continuo de rasgos: los claramente feminizados o masculinizados ocuparon los extremos, mientras que la zona intermedia exhibió una mezcla de atributos.

Entonces evaluaron cada cerebro del conjunto de datos, región por región, y clasificaron cada rasgo. Razonaron que si los cerebros fueran uniformes internamente, los elementos que mostraran diferencias entre sexos adoptarían de manera nítida formas masculinas o femeninas. Por tanto, deberían existir pocos cerebros con rasgos tanto femeninos como masculinos. Sin embargo, entre el 23 y el 53 por ciento de los cerebros (según el conjunto de datos) contenía rasgos de ambos extremos del espectro. Los cerebros uniformes internamente eran escasos, del 0 al 8 por ciento de los examinados.

Joel cita argumentos de los que defienden separar por sexos las clases escolares como un ejemplo de la importancia de la variabilidad en el mundo real. «La educación segregada por sexos se basa en la suposición de que los chicos exhiben una serie de características (se muestran más activos y menos pacientes) y las chicas otras. Por tanto, deberíamos separarlos y tratarlos de manera diferente. Lo que estamos demostrando ahora es que, aunque ello es cierto a nivel de grupo, no lo es a nivel individual. Resulta imposible dividir a los estudiantes en un grupo que sea muy activo, le guste el deporte, sea muy bueno en matemáticas y no le guste la poesía, y otro que reúna los rasgos contrarios. Hay muy pocos niños así.»

La mayoría de los científicos consideran convincente el trabajo de Joel sobre la variabilidad. «Su contribución consistió en demostrar la variabilidad, individuo por individuo, dentro del género», comenta Eliot. «Nadie publica nunca ese tipo de datos.» No obstante, a muchos la medida de uniformidad interna les parece problemática. Una de las objeciones al artículo de Joel en *PNAS* vino de Marco Del Giudice, de la Universidad de Nuevo México, y sus colaboradores. Argumentaban que la definición de uniformidad interna propuesta por Joel era tan extrema que, desde un punto de vista biológico, resultaba poco probable, si no imposible. Para ponerla a prueba, repitieron los análisis de Joel pero con un grupo de variables biológicas totalmente diferentes; por ejemplo, compararon la variabilidad entre los rasgos faciales de tres especies de monos de aspecto muy distinto. Si el método de Joel resultara válido, Del Giudice razonó, los monos deberían mostrar diferencias faciales claras entre especies («internamente uniformes»).

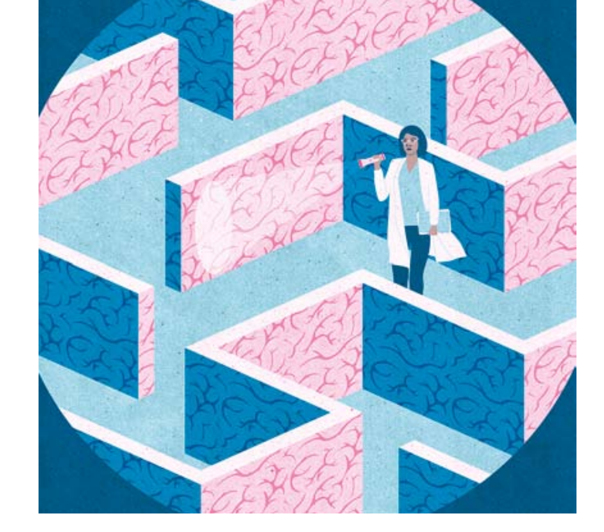
A pesar de las notables desemejanzas entre las tres especies, los rasgos faciales distintivos de cualquiera de los monos rara vez daban lugar a una uniformidad interna, tal y como la definía Joel; de ahí la opinión de Cahill de que el estudio estaba «amañado». (En respuesta, Joel sostiene que, mientras que la uniformidad interna en los monos era baja, cuando se evaluaban las especies por separado la variabilidad era inexistente; la variabilidad, o mosaico, era más prevalente que la uniformidad interna en su estudio, «lo que refuerza nuestras conclusiones de que los cerebros de hombres y mujeres no son poblaciones distintas».)

El debate se reduce a qué importa más: la media o los individuos dentro de una población de estudio. La respuesta a menudo depende de la pregunta formulada. Pero los investigadores pueden observar los mismos datos y llegar a conclusiones diferentes. «El cerebro humano puede ser un mosaico, pero con patrones predecibles», escribieron Avram Holmes, de la Universidad Yale, y sus colaboradores en respuesta a Joel en 2016; ellos creen que esos patrones

deben tenerse en cuenta en el análisis estadístico. La bióloga Anne Fausto-Sterling, profesora emérita de biología y desarrollo del género de la Universidad de Brown y crítica con la investigación de las diferencias entre sexos, tiene otra perspectiva. «Hablar de diferencias promedio es engañoso si nos limitamos a eso», opina. «El cerebro no es una entidad uniforme que se comporta como algo masculino o femenino, ni tampoco se comporta del mismo modo en todos los contextos. Joel está intentando entender las complejidades de qué hacen realmente los cerebros y cómo funcionan.»

Las implicaciones de esta controversia para la ciencia son considerables, especialmente para los ensayos clínicos sobre tratamientos. Entre 1997 y 2000, se retiraron diez fármacos del mercado estadounidense porque provocaban efectos secundarios peligrosos, incluso mortales. Ocho de los diez conllevaban un riesgo superior para las mujeres que para los hombres. En 2013, la Agencia Federal de Fármacos y Alimentos de EE.UU. redujo a la mitad la dosis de zolpidem que debía prescribirse a las mujeres. Después de registrar quejas de pacientes femeninas sobre su somnolencia en sus desplazamientos matutinos, los investigadores descubrieron que el fármaco todavía se detectaba en el cuerpo de algunas de ellas una vez despiertas. Aquí también aparecen críticas. Eliot y Sarah Richardson (historiadora de ciencia y género en Harvard) plantean que muchas de las diferencias en los efectos secundarios del zolpidem pueden explicarse por la disparidad en el peso corporal. Aunque este rasgo no resulte determinante, puesto que los mayores niveles de grasa en las mujeres causan una metabolización más lenta de algunos fármacos, deberían identificarse con precisión las variables verdaderamente críticas para la dosificación de los medicamentos [*véase* «Una medicina adaptada a las mujeres», *en este mismo número*].

En parte como respuesta a tales preocupaciones, desde enero de 2016 los Institutos Nacionales de la Salud de EE.UU. (NIH) exigen que toda investigación preclínica (la fase anterior a los ensayos con humanos) incluya animales hembras. Janine Clayton, directora de la Oficina de Investigación en Salud Femenina de los NIH, indicó, al explicar la nueva norma, que incluir ambos sexos en los estudios no significaba necesariamente buscar diferencias entre ellos. Muchos ven esta directiva como un paso importante. McCarthy señala que varias enfermedades neurológicas de aparición temprana, como los trastornos de déficit de atención con hiperactividad y del espectro autista, afectan con mayor frecuencia a los hombres, mientras que los más tardíos, como la depresión y la ansiedad, los padecen más las mujeres. «Ante ello, estamos obligados a observar el cerebro como un órgano que difiere entre hombres y mujeres», sostiene. «No hacerlo sería una distorsión.» Pero a Joel, Fausto-Sterling y otros les preocupa que el péndulo retroceda demasiado. Defienden que los estudios deben incluir el sexo como una variable, con el mismo número de sujetos machos y hembras; pero deben reconocer también, a la hora de analizar los datos, que las categorías de



KOTRYNA ZUKAUSKAITE

«macho» y «hembra» pueden reflejar variables que no tienen nada que ver con el sexo.

De modo más general, si ese trabajo va a cambiar la manera en que la sociedad piensa acerca del sexo y el género, podría comenzar a tener en cuenta la terminología. «Es hora de deshacernos de la palabra dimorfismo», comenta Eliot. «Una estructura dimórfica es un ovario frente a un testículo. Un 2 por ciento de diferencia en la proporción entre materia gris y materia blanca no es dimorfismo. Es tan solo una varianza relacionada con el sexo.»

Dulac argumenta que necesitamos una mejor manera de definir esas diferencias. En ratones, ha descubierto que los circuitos neurales que gobiernan el comportamiento de apareamiento en machos se hallan también en hembras, mientras que los circuitos de comportamiento maternal pueden hallarse en machos. «Sería un error concluir de nuestro trabajo que no existen diferencias entre sexos», explica Dulac. «Pero la pregunta realmente interesante es cómo surgen estas y en qué grado se dan.»

Hace unos meses, McCarthy y Joel unieron sus esfuerzos para crear un marco más complejo que definiera lo que se mide en los estudios sobre diferencias entre sexos y lo que ello significa. Plantearon cuatro situaciones posibles: si un rasgo es persistente o pasajero; si depende del contexto; si toma solo una de dos formas —y es, por tanto, dimórfico— o adopta un espectro continuo; y si es consecuencia directa o indirecta del sexo. Este modo de describir el mundo de las diferencias entre sexos no resulta tan atractivo como el basado en la tradicional metáfora de «los hombres son de Marte, las mujeres son de Venus», pero es posiblemente mucho más riguroso. Por regla general, la complejidad refleja con mayor precisión qué son las personas realmente. IyC

PARA SABER MÁS

Sex beyond the genitalia: The human brain mosaic. Daphna Joel et al. en *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, vol. 112, n.º 50, págs. 15.468-15.473, 15 de diciembre de 2015.
Incorporating sex as a biological variable in neuropsychiatric research: Where are we now and where should we be? Daphna Joel y Margaret M. McCarthy en *Neuropsychopharmacology*, vol. 42, n.º 2, págs. 379-385, enero de 2017.

EN NUESTRO ARCHIVO

Dimorfismo sexual cerebral. Larry Cahill en *IyC*, julio de 2005.
El poder de las hormonas. Claudia C. Wolf en *MyC* n.º 67, 2014.

ESTRÉS: DIFERENC



IAS ENTRE SEXOS

La biología de este trastorno difiere en los machos y las hembras. ¿Qué implicaciones podría tener esto a la hora de tratar el estrés postraumático, la depresión y otras enfermedades mentales?

DEBRA A. BANGASSER



Piense en la última vez que se sintió estresado ¿Se le aceleró el pulso? ¿Su respiración era superficial y rápida? ¿Quizá sus músculos se tensaron y se puso en alerta? El cerebro provoca todos esos cambios fisiológicos ante situaciones que pueden poner en riesgo nuestra vida. Pero cuando esa respuesta se desencadena de manera extemporánea o persistente, puede ser peligrosa. De hecho, el estrés se ha relacionado con multitud de problemas de salud, desde cardiopatías y diabetes hasta depresión o trastorno por estrés postraumático.

EN SÍNTESIS

La experimentación animal está revelando diferencias notables entre los sexos en su respuesta al estrés, hasta la escala celular más básica.

El estrés crónico ejerce efectos más rápidos e intensos en las hembras de roedor que en los machos. Si tales diferencias existieran en hombres y mujeres, podrían explicar por qué los trastornos asociados al estrés como la depresión y el estrés postraumático se diagnostican más en el sexo femenino.

Nuevas iniciativas que pretenden incluir animales de ambos sexos en los estudios científicos nos ayudarán a entender mejor tales diferencias y obtener tratamientos más específicos y eficaces destinados a cada sexo.

Según los estudios epidemiológicos, el ser mujer prácticamente duplica el riesgo de sufrir trastornos psiquiátricos vinculados con el estrés. La cuestión fundamental es: ¿por qué? Algunos expertos argumentan que los motivos son en parte culturales. Por ejemplo, la mujer es menos reacia a buscar ayuda para sus problemas mentales que el varón, lo que aumenta la probabilidad de detectar el caso. Pero nuevas pruebas experimentales en animales sugieren que la biología también tendría mucho que decir. Los científicos están descubriendo notables diferencias en el modo en que el cerebro masculino y el femenino reaccionan y se adaptan al estrés.

Esta perspectiva viene de lejos. Históricamente, se ha estudiado casi solo con animales machos, incluso en trastornos que parecen afectar más a las mujeres. Una razón es que muchos científicos temían que las fluctuantes hormonas ováricas complicarían sus estudios, enturbiarían los datos y les forzarían a usar más probandos o a invertir más tiempo, con el consiguiente aumento de los costes. Investigaciones recientes han desacreditado esta idea —los datos recopilados en hembras no son más variables—, pero el sesgo masculino en la experimentación animal persiste.

Para abordar este problema, los Institutos Nacionales de la Salud, que financian gran parte de la investigación biomédica pública en los EE.UU., han lanzado una nueva iniciativa. Desde el año pasado, el organismo exige que todo aquel que lleve a cabo ensayos con animales incluya el sexo como variable biológica y estudie tanto machos como hembras. Por consiguiente, quien estudie el estrés crónico tendrá más posibilidades de averiguar cómo repercute en la salud de ambos sexos, labor que podría culminar en tratamientos contra trastornos mentales específicos para cada sexo y más eficaces. De hecho, algunas de las nuevas terapias más prometedoras que se están investigando (como la oxitocina para la ansiedad y la ketamina para la depresión) parecen causar efectos muy distintos en machos y hembras.

ESTRÉS FEMENINO

Los modelos animales usados para estudiar los efectos del estrés adoptan muchas formas. Algunos someten los roedores a un factor estresante por espacio de varios días (una breve inmovilización o un sonido que han asociado con una leve descarga eléctrica). Otros alteran los niveles de sustancias químicas ligadas al estrés en el cerebro del animal, tales como los glucocorticoides o la hormona de liberación de la corticotropina (CRH, de sus siglas en inglés), ya sea mediante ingeniería genética u otras técnicas. Sea cual sea el método, estas manipulaciones parecen desatar una respuesta más rápida e intensa en las hembras. Apenas comenzamos a saber por qué.

Resulta que los procesos celulares básicos que rigen la respuesta al estrés difieren en ambos sexos. La neurocientífica Georgia E. Hodes, que trabaja en el laboratorio de Scott Russo en la Escuela de Medicina Icahn del Monte Sinai, condujo un estudio en el que ella y sus colaboradores estresaron ratones de ambos sexos durante varias semanas. Se dieron cuenta de que hicieron falta 21 días para aumentar la ansiedad y el comportamiento depresivo en los machos, pero tan solo seis días en lograr esa reacción en las hembras. En busca de una explicación, exami-

PÁGINAS ANTERIORES: © ISTOCKPHOTO/GRINVALDS

naron el núcleo accumbens, una región del cerebro implicada en la búsqueda de actividades gratificantes y placenteras. La alteración de la señalización normal en esta área parece contribuir a la anhedonia, la incapacidad de experimentar placer, síntoma común en la depresión y en otros muchos trastornos ligados con el estrés.

En el núcleo accumbens, Hodes identificó diferencias asociadas al sexo en la regulación del gen *Dnmet3a* (ADN metil-transferasa 3a). Tras un período estresante de seis días, este se expresaba más en las hembras que en los machos. El gen codifica una enzima que altera el ADN celular de manera que impide la lectura de otros genes y la producción de proteínas a partir de ellos. Para determinar el papel de *Dnmet3a* en el estrés crónico, Hodes eliminó el gen del núcleo accumbens en algunas hembras de ratón. Sin él, se volvieron más resistentes y respondieron de forma más parecida a los machos. Estos descubrimientos sugieren que las hembras experimentan un aumento en la expresión de *Dnmet3a* con una breve exposición al estrés, lo que bloquea otras proteínas que promueven la resistencia contra él. Se están desarrollando fármacos que inhiben las enzimas Dnmt para tratar ciertos tipos de cáncer, y fármacos similares podrían ser útiles en trastornos provocados por el estrés, especialmente en las mujeres.

Las variaciones en la expresión génica no son las únicas disparidades descubiertas en el cerebro. Cuando era investigadora posdoctoral, junto con mi tutora, la neurocientífica Rita Valentino del Hospital Infantil de Filadelfia, descubrimos diferencias sexuales en los receptores que responden a la CRH, una hormona que promueve la respuesta bioquímica del cuerpo al estrés. Aunque tales receptores se hallan repartidos por numerosas regiones del cerebro, centramos nuestra atención en el locus cerúleo, el núcleo que regula nuestro nivel de alerta entre el sopor que precede al sueño y la vigilia absoluta. Durante un suceso estresante, la CRH inunda el locus cerúleo, donde se une a sus receptores para mantener en alerta máxima al animal. Normalmente los receptores se alojan en la superficie externa de las neuronas, aguardando una señal de la CRH. Pero a medida que la concentración de esta hormona aumenta, los receptores migran desde la membrana al interior de la célula, donde permanecen desactivados. Se cree que este proceso protege a las neuronas de una sobreactivación.

Descubrimos que en los roedores machos, los receptores de la CRH se retiraban al interior de las neuronas tras la exposición a un factor estresante normal. También lo hicieron en los machos genéticamente modificados para sobreexpresar la CRH. En las hembras, en cambio, permanecieron en la membrana celular, donde seguían respondiendo a los altos niveles de CRH. Este resultado sugiere que la CRH aumenta más la excitación y el estado de alerta en las hembras que en los machos. En algunas situaciones, esta diferencia puede ser adaptativa: a veces es bueno permanecer completamente alerta durante un suceso estresante. Pero la sobreactivación del sistema también puede devenir en hiperexcitación, un estado desestabilizador que contribuye a generar insomnio, pérdida de concentración y nerviosismo inmotivado en el ser humano.

Los pacientes aquejados de estrés postraumático y depresión pueden presentar altos niveles de CRH y dichos síntomas de hiperexcitación. De modo que, si se constatan diferencias sexuales similares en los receptores humanos de la CRH, tal vez ello explique por qué las mujeres son más propensas a padecer ambos trastornos. Con todo, esta diferencia puede ser difícil de demostrar. Cuando se captan imágenes del cerebro humano, las limitaciones técnicas dificultan la detección de cambios moleculares tales como la localización de los receptores de la CRH. Pero tenemos otros motivos para creer que las mujeres, a semejanza de las hembras de ratón, son más sensibles a la CRH: la inyección de esta en el riego sanguíneo provoca en ellas un mayor aumento de las hormonas del estrés que en los varones.

EL IMPACTO DE LAS HORMONAS

¿Qué motiva tales diferencias? Estudios recientes señalan a la dispar dotación genética con la que nacen machos y hembras, así como al aumento de las hormonas en el útero y durante la pubertad, que

MEDIR EL MIEDO

¿Cuán asustada está esta rata?



Los investigadores que estudian el estrés en la especie humana pueden preguntar a los participantes de sus estudios cómo se sienten: ¿Está usted estresado, asustado, ansioso o deprimido? En una rata no es posible. Por eso, junto con mis colaboradores intentamos evaluar indirectamente su respuesta emocional al estrés. Para ello tomamos nota cuidadosamente de los cambios de comportamiento del roedor, que denotan miedo, ansiedad o indicios de depresión. Por desgracia, todos estos indicios comportamentales han sido validados en machos y no siempre reflejan las señales de estrés y miedo de las hembras.

En 2015, la neurocientífica Rebecca Shansky y su doctoranda Tina M. Gruene (de la Universidad Nororiental) demostraron que las ratas expresan de modo distinto el miedo adquirido según el sexo. En sus experimentos, siguieron el método habitual de condicionamiento del miedo, que consiste en enseñar a los roedores a temer a un timbre vinculando su sonido con una leve descarga eléctrica en la zarpa. Para evaluar qué tal aprende eso la rata, se cronometra el tiempo que permanece inmóvil cuando lo oye. A más tiempo paralizada, más miedo y mejor aprendido, o al menos esa es la lógica. Sin embargo, cuando sometieron a hembras de rata a ese mismo experimento, repararon en que no permanecían tanto tiempo quietas como los machos.

¿Significa eso que las hembras aprenden peor? Todo apunta a que no. Mediante una observación meticulosa, Shansky y Gruene comprobaron que, tras el condicionamiento, muchas hembras se escabullían a toda prisa hacia su nidal, quizá tratando de escapar. Cuando consideraron que esa carrera podía ser un indicador de miedo, la aparente diferencia en la aptitud para aprender desapareció.



Debra A. Bangasser es profesora asociada en la Universidad de Temple, donde dirige el laboratorio de neuroendocrinología y comportamiento.

pueden alterar el desarrollo del cerebro de forma permanente. Además, los niveles fluctuantes de testosterona, estrógenos y progesterona modulan la función cerebral en los individuos adultos. En mi laboratorio de la Universidad de Temple estamos comenzando a vislumbrar cómo estas hormonas influyen en el comportamiento de los roedores que presentan altos niveles de CRH, todo ello mediante la observación del acicalamiento compulsivo.

Cuando una rata se lame de manera compulsiva, a veces hasta el extremo de arrancarse el pelo, se piensa que es víctima de una gran ansiedad. Pero el acicalamiento obsesivo puede ser una forma de relajación. Hemos descubierto que cuando inyectamos CRH en las ratas con el fin de provocar estrés, las hembras demuestran más compulsión que los machos en esa actividad. Además, la intensidad del acicalamiento varía durante su ciclo sexual, similar a nuestro ciclo menstrual, aunque solo de 4 o 5 días de duración. En la fase del ciclo en la que las hormonas ováricas (estrógenos y progesterona) alcanzan su máximo, la CRH desencadena un acicalamiento aún más compulsivo, de lo que se deduce que las hormonas amplifican de alguna manera los efectos de dicha molécula.

Los comportamientos como el acicalamiento implican a muchas regiones del cerebro. Así que, para intentar explicar las diferencias en el acicalamiento de los machos y hembras de rata, una doctoranda de mi laboratorio, Kimerberly Wiersielis, especuló con que la CRH podría activar circuitos distintos de sus cerebros. Para demostrar esta idea, examinó en cortes de tejido cerebral la expresión de cFos, proteína que se expresa solo cuando las neuronas están activas. Después comparamos estadísticamente los patrones de actividad celulares. Nuestro análisis reveló que en ambos sexos la CRH activa varias regiones cerebrales pero con patrones diferentes, sobre todo entre los machos y las hembras que se hallan en esa parte del ciclo reproductivo en la que los estrógenos y la progesterona alcanzan niveles máximos.

LA DIFERENCIA EN CIFRAS

Una mayor carga para las mujeres

Las mujeres tienen mayor probabilidad que los hombres de ser diagnosticadas de un trastorno psiquiátrico relacionado con el estrés, con la excepción de la drogadicción. Esta diferencia puede obedecer en parte a factores sociales, como la reticencia de los varones a buscar ayuda, pero probablemente también refleje diferencias biológicas en la respuesta de cada sexo al estrés.

Prevalencia a lo largo de la vida (en porcentaje)

TRASTORNO	MUJER	VARÓN
Depresión grave	20,2	13,2
Migrañas	18,2	6,5
Síndrome del intestino irritable	14,5	7,7
Insomnio	12,9	6,2
TEPT	9,7	3,6
Alcoholismo	7,5	19,6
Ansiedad generalizada	7,1	4,2
Pánico	6,2	3,1
Drogadicción	4,8	11,6

FUENTE: «SEX DIFFERENCES IN STRESS-RELATED PSYCHIATRIC DISORDERS: NEUROBIOLOGICAL PERSPECTIVES», POR DEBRA A. BANGASSER Y RITA J. VALENTINO EN *FRONTIERS IN NEUROENDOCRINOLOGY*, VOL. 35, N.º 3, AGOSTO DE 2014.

DIFERENTES RECETAS MÉDICAS SEGÚN EL SEXO

Tales diferencias entre los sexos no son banales. Es vital que las tengamos en cuenta cuando busquemos mejores remedios para las enfermedades psiquiátricas derivadas del estrés. Hoy en día, los tratamientos candidatos se investigan con mayor frecuencia en los roedores machos, pero esos mismos compuestos pueden tener efectos muy distintos en las hembras. Por ejemplo, el neurocientífico Brian Trainor de la Universidad de California en Davis, y su entonces estudiante de doctorado Michael Q. Steinman examinaron uno de esos compuestos, la oxitocina, en machos y en hembras de ratón. Dado que esta hormona promueve los vínculos sociales en los mamíferos, se especuló que su administración a personas en forma de aerosol nasal podría reducir la ansiedad y la aversión sociales, así como mejorar las carencias en el procesamiento de las señales sociales, un problema observado en algunos pacientes con trastornos mentales vinculados al estrés. El grupo de Trainor constató que, en efecto, la oxitocina nasal reducía la ansiedad en los ratones machos, pero infundía aún más ansiedad en las hembras en ciertas condiciones. Necesitamos estar seguros de que la inhalación de oxitocina no causará efectos adversos similares en las mujeres.

La ketamina es otro ejemplo. Este medicamento, hasta ahora administrado como anestésico, bloquea el receptor del N-metil-D-aspartato, una proteína que regula numerosos procesos, entre ellos ciertos aspectos de la respuesta antiestrés. Últimamente ha suscitado un gran entusiasmo como posible antidepresivo porque, a diferencia de los antidepresivos ordinarios, que tardan semanas en surtir efecto, en dosis bajas mitiga con rapidez los síntomas, a veces con una sola inyección. Por desgracia, en dosis altas provoca delirio, alucinaciones y percepciones extracorpóreas, motivo por el que también se consume como estupefaciente.

La ketamina se ha investigado en animales machos con el propósito de concebir tratamientos antidepresivos más eficaces. Sin embargo, en 2013 el neurocientífico Mohamed Kabbaj y su doctoranda Nicole Carrier, de la Facultad de Medicina de la Universidad Estatal de Florida, también la analizaron en ratas hembras. Descubrieron que estas precisaban menos ketamina para aliviar los síntomas depresivos y ello no era solo debido a las diferencias en el peso corporal: parecía estar operando un mecanismo bio-

lógico diferente. Si esas diferencias fueran extensivas a la especie humana, aquellos que buscan nuevos fármacos con propiedades similares a las de la ketamina tal vez tendrían que concebir tratamientos distintos para hombres y mujeres. En este momento se están evaluando la seguridad y la eficacia a largo plazo de la ketamina, mediante estudios que bien podrían revelar que, como ocurre con las hembras de rata, sería conveniente que las mujeres recibieran dosis más bajas de este medicamento.

No sabemos por qué machos y hembras han desarrollado respuestas distintas contra el estrés. Podemos especular con que la madre que vela por sus crías se beneficiaría —como su prole— de ese estado de atención y vigilancia ante lo que sucede en derredor. Esa ventaja compensaría los riesgos que acarrea esa sensibilidad exacerbada al estrés, como la mayor vulnerabilidad a la depresión y a la ansiedad. Sin embargo, se precisan más estudios para ahondar en esta hipótesis.

Con nuestro compromiso por incluir a las hembras en la investigación animal, apostamos por aprender más no solo acerca de los trastornos más propios de las mujeres, sino también de las enfermedades que afectan con mayor frecuencia a los hombres, como el autismo o el trastorno por déficit de atención e hiperactividad. En este caso, examinar las diferencias del cerebro femenino revelará los factores que confieren resistencia. Así podríamos obtener mejores tratamientos destinados a cada sexo.

Cada vez es más patente que el enfoque tradicional de estudiar solo machos es defectuoso. De hecho, la confianza que hemos depositado hasta ahora en los animales de sexo masculino para desarrollar los fármacos podría explicar, por lo menos en parte, el que las mujeres respondan peor a ellos. Es posible que esta práctica hasta pueda haber impedido la comercialización de algunos que podrían haber sido muy eficaces en las pacientes. Las buenas noticias son que, gracias a las nuevas iniciativas destinadas a promover la investigación con animales de ambos sexos, todo esto está a punto de cambiar. IyC

PARA SABER MÁS

Sex differences in the antidepressant-like effects of ketamine. N. Carrier y M. Kabbaj en *Neuropharmacology*, vol. 70, págs. 27-34, julio de 2013.

Sexually divergent expression of active and passive conditioned fear responses in rats. Tina M. Gruene et al. en *eLife*, vol. 4, art. e11352, 14 de noviembre de 2015.

Sex differences in nucleus accumbens transcriptome profiles associated with susceptibility versus resilience to subchronic variable stress. Georgia E. Hodes et al. en *Journal of Neuroscience*, vol. 35, n.º 50, págs. 16.362-16.376, 16 de diciembre de 2015.

Sex-specific effects of stress on oxytocin neurons correspond with responses to intranasal oxytocin. M. Q. Steinman et al. en *Biological Psychiatry*, vol. 80, n.º 5, págs. 406-414, 19 de octubre de 2016.

EN NUESTRO ARCHIVO

Dimorfismo sexual cerebral. Larry Cahill en *IyC*, julio 2005.

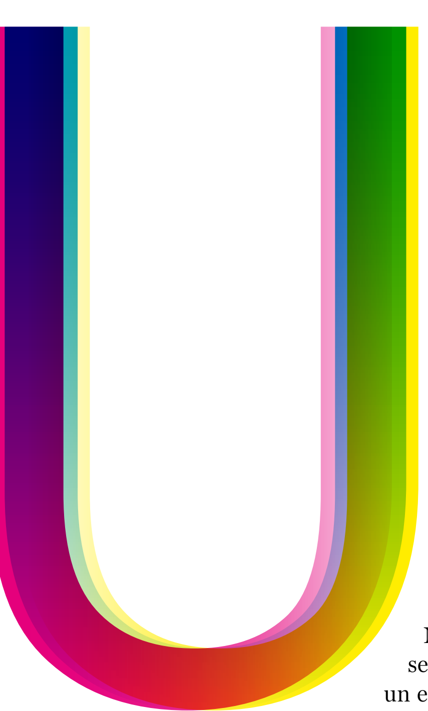




NIÑOS TRANSGÉNERO

Los primeros estudios sobre menores cuya identidad de género no coincide con la que suele asociarse a su sexo están revelando aspectos fascinantes sobre su desarrollo psicológico

KRISTINA R. OLSON



UNA NOCHE DE OTOÑO DE 2008, AL LLEGAR A casa de un amigo para cenar, me uní al invitado más joven de la noche: Noé, un niño de cinco años que estaba jugando en el sofá. En ese momento difícilmente podía imaginar que aquel encuentro cambiaría el curso de mi carrera.

Como profesora de psicología del desarrollo, no es raro que acabe pasando el rato con niños. Investigo cómo piensan acerca de sí mismos y de quienes los rodean, y algunas de mis mejores ideas han nacido de situaciones como esa. Tras intercambiar unas palabras, Noé echó una mirada a la habitación. Pareció percatarse de que nadie lo miraba y rescató algo de su bolsillo: un encantador juego de muñecas de Polly Pocket.

En los siguientes años conocí bien a Noé (todos los nombres que aparecen en este artículo son ficticios) y aprendí más sobre su pasado. Fue durante los años de preescolar cuando los padres se dieron cuenta de que era distinto de su hermano. Prefería jugar con niñas y con los juguetes que suelen asociarse a ellas, pero a sus padres nunca les incomodó. Al hacerse más mayor, se dejó el pelo largo y sustituyó su vestuario de género neutro por uno en el que destacaban unos Twinkle Toes, zapatos con luces rosas que parpadean al caminar. Al contrario de lo que ocurre con muchos otros niños similares, la familia, los amigos y el colegio de Noé lo aceptaron plenamente e incluso le animaron a que conociese a otros niños que no se atenían a las normas de género habituales. Y, al igual que los demás adultos en la vida de Noé, no podía evitar preguntarme: ¿qué significaba aquel comportamiento? ¿Era gay? ¿Se trataba de un niño que, simplemente, ponía menos atención a las normas de género que la mayoría? Por entonces no tenía ni idea de que tales cuestiones acabarían reorientando mi carrera científica.

FOTOGRAFÍAS DE LINDSAY MORRIS





La vida de Noé comenzó a cambiar en tercer y cuarto curso de primaria. Hace poco, Noé explicaba que fue por entonces cuando empezó a darse cuenta de que, aunque la gente aceptaba sus preferencias y entablaba amistad con él, la imagen que él tenía de sí mismo —la de una chica— no coincidía con la que tenían los demás. Observó que, cuando las personas usaban su nombre y el pronombre masculino para referirse a él, pensaban en él como en un chico. Noé recuerda que eso le hizo cada vez más infeliz: un sentimiento excepcional en él apenas unos años antes. Según su madre, quien otrora fuera un niño jovial y lleno de vida se fue volviendo triste y melancólico. Fue entonces cuando su familia, tras consultar con terapeutas locales, tomó una decisión que había estado fraguándose durante años. Noé se declaró transgénero y, en consecuencia, se pidió a los amigos, la familia y la comunidad escolar que empleasen un nuevo nombre, Sara, y que se refiriesen a Sara como a una chica.

En ese momento llevaba una década estudiando la psicología del desarrollo e investigando la manera en que los niños pequeños piensan acerca de las categorías sociales que ven a su alrededor: etnia, género, clase social. En mi tiempo libre, busqué estudios sobre niños como Sara y descubrí que no había ni un solo trabajo cuantitativo sobre niños pequeños que hubiesen cambiado de género. (El término *sexo* se refiere a las categorías biológicas, mientras que *género* remite a la identificación de una persona con los atributos sociales y culturales tradicionalmente asignados a cada sexo.) Por aquella época, casi todos los adultos transgénero habían hecho la transición mucho más tarde en sus vidas y casi nadie les había apoyado en sus disconformidades de género tempranas. Me pregunté qué podríamos aprender sobre el género a partir de casos como el de Sara. ¿Cómo impacta la transición en la salud mental y en la identidad de los niños? ¿Qué significa esa decisión para su futuro?

EN SÍNTESIS

El proyecto TransYouth («Juventud Trans») seguirá a más de 300 niños transgénero y disconformes de género durante veinte años para estudiar el desarrollo de su identidad.

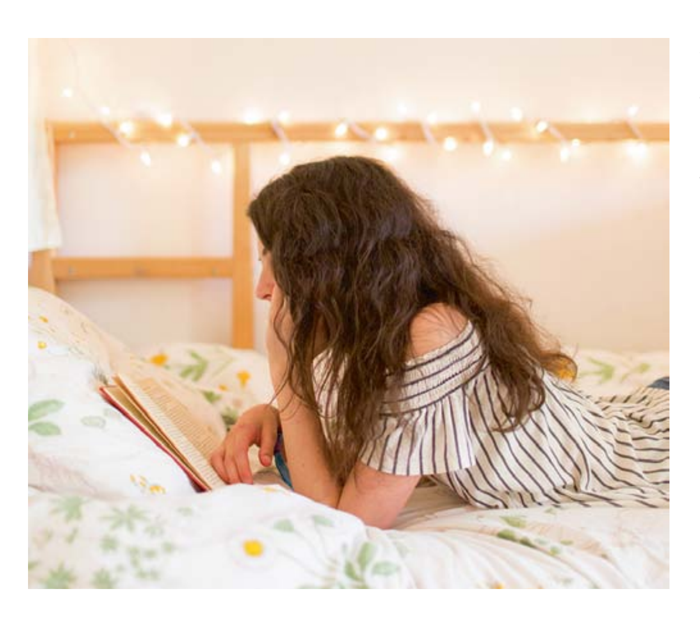
Los primeros resultados revelan que, ya a edades muy tempranas, los niños transgénero manifiestan un sentido de su propio género tan firme como el de los demás menores. Además, su trayectoria suele ser distinta de la de aquellos niños que simplemente prefieren ropa y juguetes asociados al género opuesto.

Los mismos estudios sugieren que los niños transgénero que reciben apoyo para llevar a cabo una transición social temprana gozan de una mejor salud mental y de mayor autoestima.

EL GÉNERO EN LA INFANCIA

Las personas suelen sorprenderse cuando oyen hablar de niños transgénero. ¿Cómo puede un niño de tres años tener tan clara su identidad de género? Con frecuencia, la gente compara a los niños transgénero que se revelan como tales a una edad temprana con aquellos que pasan por fases en las que se creen gatos, dinosaurios o que tienen amigos imaginarios. Dicha comparación se emplea como prueba de que ningún niño pequeño sabe cuál es su propia identidad ni lo que es real o no. Sin embargo, varias décadas de investigaciones indican que es precisamente a esa edad cuando la gran mayoría de los niños comienzan a entender tanto su propia identidad de género como la de otros.

En las culturas occidentales —donde se han llevado a cabo gran parte de estas investigaciones—, los bebés comienzan a distinguir a las personas según el sexo durante el primer año de vida, viendo a cada individuo como varón o mujer. Hacia los 18 meses comienzan a entender palabras de género como *chica* u *hombre* y asocian tales términos con caras



SARA, de catorce años, fotografiada en su casa. Ya a una edad muy temprana se percató de que no era el niño que parecía al nacer.

del sexo correspondiente. Los niños de 24 meses ya suelen conocer ciertos estereotipos sexuales (como relacionar mujeres y pintalabios) y, antes de su tercer cumpleaños, casi todos se clasifican a sí mismos y a los demás con etiquetas de género que concuerdan con el sexo.

Durante los años de preescolar, una gran cantidad de niños pasan por lo que las investigadoras May Ling Halim, de la Universidad Estatal de California, y Diane Ruble, de la de Nueva York, denominan la «etapa de vestidos rosas con volantes»: la mayoría de las niñas se sienten fascinadas por los vestidos de princesa o prendas similares, mientras que muchos niños prefieren cosas de superhéroes o ropa más formal y evitan activamente el rosa. Es también hacia esa época cuando los pequeños muestran una clara preferencia por estar con amigos de su mismo sexo, participan en actividades asociadas estereotípicamente a su sexo y muestran un entendimiento cada vez más desarrollado de que el sexo constituye un atributo permanente (las niñas se convierten en mujeres, y los niños, en hombres).

Durante la escuela primaria, la mayoría de los niños continúan asociándose directa o indirectamente con el grupo que corresponde a su sexo. Un experimento al respecto consiste en pedir a los menores que, en una pantalla, clasifiquen fotografías de otros pequeños en «niños» o «niñas» y que, al mismo tiempo, categoricen palabras de primera persona (*yo*, *mi*, *me*) y otras que no lo son (*ellos*, *les*). Después, se mide cuán rápido reaccionan cuando las voces de primera persona y la etiqueta «niños» comparten una misma tecla, al tiempo que el resto de las palabras y la categoría «niñas» comparten otra, y se compara el resultado con la combinación opuesta (primera persona-«niñas», resto-«niños»). Estos estudios han encontrado que la gran mayoría de las niñas responden más rápido cuando el emparejamiento corresponde a primera persona-«niñas», mientras que los chicos hacen lo propio con la combinación contraria. Aunque los científicos aún debaten qué aspectos del desarrollo son innatos, cuáles son culturales y cuáles obedecen a una combinación de ambos; y a pesar de que no todos los niños evolucionan de la misma manera, la mayoría (aun cuando se incluyen niños de familias con diversos modelos parentales, distintas opiniones políticas y pertenecientes a grupos étnicos y raciales diferentes) sigue el patrón que hemos descrito. Y en tal caso los padres, maestros y demás adultos no se lo piensan dos veces... excepto cuando un niño comienza a insistir en que su género no es el que otros esperan que sea.



Kristina R. Olson es profesora de psicología en la Universidad de Washington y directora del proyecto TransYouth, respaldado por la Fundación Nacional para la Ciencia de Estados Unidos.

DESARROLLO PARALELO

Cuando comencé el proyecto TransYouth («Juventud Trans»), en 2013, me propuse averiguar si los niños como Sara proceden o no como el resto en lo que se refiere al desarrollo temprano de su identidad de género. Esta investigación, aún en curso, incluye a cientos de niños trans y disconformes de género. Se trata de menores procedentes de EE.UU. y Canadá, con una edad de entre 3 y 12 años en el momento de comenzar el estudio y a quienes seguiremos durante 20 años.

Hasta ahora, lo más sorprendente ha sido encontrar lo muchísimo que se parecen los niños transgénero y quienes no lo son en todo lo que se refiere al desarrollo temprano del género. Las niñas como Sara se asemejan a otras chicas en cada una de las etapas, pero se diferencian de los chicos en todo lo que guarda relación con las preferencias y la identidad de género. De igual modo, los niños transgénero varones (aquellos que se identifican como chicos pero que, al nacer, fueron considerados niñas) puntúan en nuestras pruebas igual que los demás varones. Por ejemplo, un comportamiento frecuente en los años de preescolar es una marcada tendencia al «hipergénero»: niñas que adoran los vestidos de princesa y niños que evitarán el rosa como la peste. Ese mismo fenómeno es el que hemos observado en nuestros niños transgénero: su grado de preferencia por las vestimentas estereotipadas, su tendencia a entablar amistad con aquellos con quienes comparten identidad de género y el grado en que se ven a sí mismos como miembros de dicho género resultan estadísticamente indistinguibles de los del resto de los niños.

Además, cuando proyectan su identidad hacia el futuro, las niñas transgénero se ven a sí mismas convertidas en mujeres y los niños se imaginan como hombres, de igual modo que los demás. Y cuando los sometemos a medidas indirectas de su identidad (las que, por ejemplo, evalúan los tiempos de reacción en vez de las respuestas explícitas), encontramos que las niñas transgénero se ven a sí mismas como niñas y que los varones se consideran niños, lo que sugiere que su identidad de género se sustenta en los niveles más bajos de la consciencia. Todos estos resultados indican que, incluso en los niños muy pequeños, las identidades transgénero son sorprendentemente sólidas y congruentes con todos los indicadores. Ello contradice la creencia de que se trata de sentimientos pasajeros o de que los niños simplemente fingen ser del género opuesto.

LAS RAÍCES DEL GÉNERO

Pero ¿de dónde procede el sentimiento de género? Al respecto, la ciencia todavía está lejos de ser concluyente. A la vista de lo pronto que surge este sentido de identidad, los investigadores han estado buscando señales genéticas y neuroanatómicas en personas transgénero. Un método empleado a menudo en los estudios genéticos se basa en trabajar con gemelos. Una diferencia importante entre los gemelos idénticos y los mellizos, o gemelos fraternos, es que los primeros comparten más material genético que los segundos. Si se observa una concordancia mayor en la identidad transgénero de gemelos idénticos que entre mellizos, puede inferirse que la genética desempeña algún papel. Y, de hecho, esto es lo que las primeras investigaciones están encontrando (si bien es cierto que los gemelos idénticos también pueden compartir más aspectos comunes en su socialización y su entorno). En un estudio de revisión de 2012, Gunter Heylens, de la Universidad de Gante, y sus colaboradores identificaron 44 parejas de gemelos del mismo sexo en las que al menos uno de los miembros se identificaba como transgénero. Hallaron que, en 9 de 23 parejas de gemelos idénticos, ambos eran transgénero, algo que no se observó en ninguna de las 21 parejas de mellizos. Este resultado sugiere que en la identidad transgénero interviene algún aspecto genético. Con todo, aún se desconoce qué variaciones genéticas participan en el proceso.

Del mismo modo, aunque algunos estudios neurocientíficos han hallado que las estructuras cerebrales de las personas transgénero se asemejan más a las de quienes tienen su misma identidad de género que a las de aquellos con quienes comparten el sexo biológico, se trata de investigaciones con pocos sujetos y que aún no han sido replicadas. Además, el cerebro de una persona cambia con su experiencia vital, por lo que aún se ignora si tales diferencias constituyen la causa de una identidad de género particular, o si por el contrario se limitan a reflejar la experiencia que conduce a dicha identidad de género. Y, por si fuera poco, los neurocientíficos continúan debatiendo si, incluso entre las personas que no son transgénero, existen verdaderas diferencias cerebrales asociadas al sexo (o al género). Por tanto, aunque se trata de una línea de trabajo muy activa en numerosos laboratorios de todo el mundo, las conclusiones sobre las correlaciones genéticas y neurales de la identidad de género siguen siendo escurridizas.

Con todo, las cuestiones más críticas sobre los niños transgénero tal vez sean las relativas a su bienestar. Los adultos y adolescentes transgénero que, al contrario que Sara, no llevaron a cabo una transición social temprana y fueron rechazados por otros niños o incluso por sus propias familias tienden a mostrar altos índices de ansiedad y depresión. Las estimaciones apuntan a que más del 40 por ciento de ellos intentarán suicidarse. Muchas familias, como la de Sara, explican que estas desgarradoras estadísticas constituyen la razón por la que intentan ayudar a sus hijos a vivir una transición temprana.



CHARLIE prefiere la ropa y los juguetes estereotípicos de las chicas, pero se identifica como un varón. Esta fotografía lo muestra cuando tenía diez años.

En nuestras investigaciones, efectuadas a partir de informes tanto de los padres como de los propios hijos, hemos comprobado que a los jóvenes transgénero que llevan a cabo una transición social temprana les va sorprendentemente bien. Presentan niveles de depresión similares a los demás niños y unos niveles de ansiedad solo ligeramente superiores. Muestran también una gran autoestima. Queda por ver si estos indicadores de salud mental se mantendrán firmes cuando nuestro grupo de niños atraviese la adolescencia. Además, es sin duda poco probable que nuestra muestra, formada en su totalidad por voluntarios, sea representativa de todos los niños transgénero que son conscientes de ello. Con todo, si sumamos los trabajos que indican que las intervenciones en la adolescencia (las cuales implican no solo una transición social, sino también terapia hormonal) se encuentran asociadas a una mejor salud mental, nuestros resultados sugieren que las elevadas tasas de depresión, ansiedad y suicidio detectadas en estudios anteriores son evitables. De hecho, estamos convencidos de que cuando la concienciación social hacia las personas transgénero aumente, cuando el rechazo y el acoso disminuyan, y cuando esta juventud reciba apoyo e intervención a edades tempranas, los riesgos para su salud mental disminuirán.

COMPORTAMIENTO NO BINARIO

La primera pregunta que suelen hacerme cuando hablo sobre niños transgénero es algo como: «¿Está usted diciendo que las niñas que muestran comportamientos masculinos son transgénero?» o «De niño me encantaban los vestidos de princesa, ¿insinúa que yo era transgénero?». Desde luego, no todos los niños que desafían los estereotipos sexuales son transgénero. Es más, me atrevería a decir que la mayoría no lo son.

Un niño de ese tipo es Charlie. En sus primeros años, Charlie se parecía mucho a Sara. Al nacer ambos fueron clasificados como varones, pero ya



SARA tomó la decisión de llevar a cabo la transición de género en la escuela primaria. En esta imagen aparece junto a sus padres.

en preescolar mostraron señales de no ser como el resto. Al igual que a Sara, a Charlie le fascinaba todo lo asociado al género femenino. Su madre recuerda que, a los dos años, le encantaba la ropa rosa brillante y se ponía una toalla en la cabeza a modo de pelo. Como la familia de Sara, la de Charlie le presentó a otros niños similares. Y, años después, algunos de aquellos chicos llevaron a cabo su propia transición social, como Sara. Pero Charlie no. Hace poco pregunté a Charlie por su decisión. Me explicó que su familia, en ocasiones con ayuda de un terapeuta, invirtió mucho tiempo en considerar una posible transición social y dejó claro que se embarcarían en ello si eso era lo que él quería. Charlie sopesó esa posibilidad durante varios años, pero decidió que, aunque seguía sintiendo una manifiesta afinidad por las cosas estereotípicas de chica (de hecho, el mismo día en que le entrevisté llevaba puestos unos pantalones cortos rosas, una camiseta morada y un pañuelo también rosa para ir al colegio), e incluso usaba en ocasiones un nombre femenino, en el fondo se sentía un chico. Según me relató su madre, Charlie afirmaba que quería que el mundo le aceptase tal y como era, con su vestimenta y sus costumbres, pero que no sentía que fuera una chica.

Mi trabajo con jóvenes como Charlie está aún en curso, pero los datos preliminares de otros estudios sugieren que estos pequeños se diferencian de niños como Sara en varios aspectos de su desarrollo; por ejemplo, en el grado en que se sienten atraídos por la ropa y los juguetes asociados al género opuesto. En promedio, los niños como Sara muestran más disconformidad de género que aquellos como Charlie. Otras investigaciones han señalado que la forma en que los niños hablan sobre su identidad de género (manifestando sentirse chicas, frente a desear que el mundo los acepte tal y como son, lo que Charlie denomina «chicos rosas») ayuda a predecir si su trayectoria será como la de Sara o como la de Charlie.

Cada vez hay más estudios sobre personas con identidades de género no binarias. En términos sencillos, se trata de individuos que no se sienten plenamente chicos ni chicas, hombres o mujeres, masculinos o femeninos. Muchas personas de este tipo se encuentran en algún punto intermedio del espectro que media entre lo masculino y lo femenino. Hasta la fecha, nuestro equipo ha trabajado con varios niños que se ven a sí mismos de esa manera, pero nuestro grupo no es aún lo bastante numeroso para extraer conclusiones sólidas.

Lo que resulta indudable es que los científicos aún tenemos mucho que aprender sobre niños como Sara y Charlie. ¿Qué significa sentirse como un chico, una chica, o algo más? ¿Qué factores intervienen en que un niño se identifique de una manera u otra? ¿Y cómo podemos contribuir a que todos se sientan a gusto consigo mismos? Las respuestas resultan particularmente escurridizas porque la propia noción de género está moldeada por la cultura, la cual cambia de manera constante. En 1948, por ejemplo, solo el 32 por ciento de los adultos creía que las mujeres podían llevar pantalones de vestir en público. Sin duda, los chicos con conductas femeninas y las chicas con comportamientos masculinos no son algo nuevo; están ampliamente reconocidos en numerosas culturas indígenas.

La Sara de 14 años y el Charlie de 13 años de hoy son adolescentes seguros de sí mismos, inteligentes y aplicados. Sara toca el piano, juega al hockey con el equipo universitario y ha comenzado a practicar atletismo. Charlie toca en una banda y hace teatro. Ambos son niños populares, y dedican más tiempo a preocuparse por que les vaya bien en el colegio y a las complejidades de las redes sociales de adolescentes que a pensar en su propio género. Ambos miran hacia el futuro entusiasmados con las posibilidades que les esperan en la universidad y más allá. Sara dice que quiere tener hijos con su futuro marido, y espera ayudar a construir un mundo mejor para los jóvenes transgénero. Charlie sueña con mudarse a Nueva York para actuar en Broadway. Y ambos desean que, algún día, los niños como ellos sean aceptados tal y como son con independencia de cualquier etiqueta de género. Un anhelo con el que todos nosotros estamos de acuerdo.

BEBÉ SIN GÉNERO

En 2017 Canadá expidió el que probablemente sea el primer documento de identidad sin género definido. El receptor fue un bebé cuyo progenitor prefirió no catalogarlo como niño ni como niña.

FUENTE: «PARENT FIGHTS TO OMIT GENDER ON B.C. CHILD'S BIRTH CERTIFICATE», MARYSE ZEIDLER, *CBC NEWS*; PUBLICADO EN LÍNEA EL 30 DE JUNIO DE 2017: www.cbc.ca/news/canada/british-columbia/parent-fights-to-omit-gender-on-b-c-child-s-birthcertificate-1.4186221

PARA SABER MÁS

Mental health and self-worth in socially transitioned transgender youth. Lily Durwood et al. en *Journal of the Academy of Child and Adolescent Psychology*, vol. 56, n.º 2, págs. 116-123.e2, febrero de 2017.

Proyecto TransYouth: **depts.washington.edu/transyp**

por Macotulio Soto Hernández

Gorgojos de México

La fotografía científica está ayudando a caracterizar el sinfín de especies que conforman esta familia de escarabajos

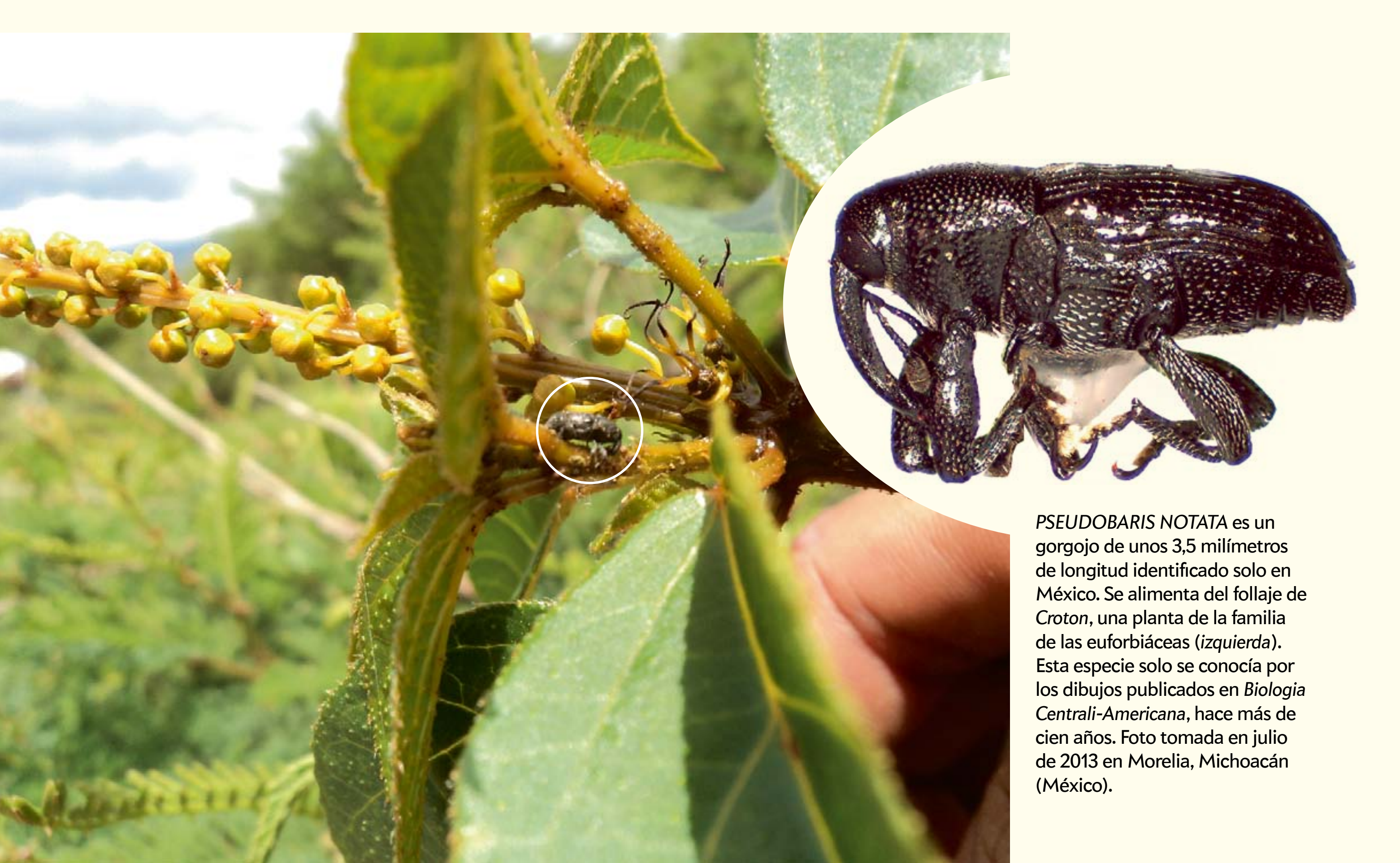
Los curculiónidos, comúnmente conocidos como gorgojos o picudos, son los coleópteros más diversos del planeta. Un rasgo anatómico destacable es su aparato bucal alargado, denominado rostro o probóscide. La enorme diversidad del grupo se asocia a la evolución, dispersión y dominancia de las angiospermas (plantas con flores), de las que depende su supervivencia. La mayoría de las especies en estado larvario se desarrollan y alimentan dentro de las estructuras reproductoras de la planta (botones florales, frutos, semillas), así como de las partes vegetativas (tallos, ramas o raíces), mientras que en la etapa adulta suelen nutrirse solo de estas últimas. Las larvas, al explotar una única parte de la planta, son menos propensas al parasitismo, depredación y desecación que en otros insectos. De este modo, una planta puede albergar diversas especies de gorgojos sin que exista competencia entre ellas.

Se han descrito más de 62.000 especies de curculiónidos en todo el mundo. La mayor diversidad de especies y estructuras morfológicas se presenta en la región neotropical. Sin embargo, en la mayoría de los países de Centroamérica y Sudamérica escasean los estudios relacionados con estos escarabajos. Aunque son fáciles de reconocer, su clasificación taxonómica resulta difícil, en especial en los niveles de género y especie. Se estima que en México se han identificado menos de la mitad de las especies existentes. Aún hay vastas regiones del país poco exploradas: los sistemas montañosos y algunos de los estados del sudeste y norte.

Con el apoyo de diversos investigadores e instituciones, en los últimos diez años hemos recolectado e identificado curculiónidos de diversas localidades de México, lo que nos ha permitido describir nuevas especies y sus ámbitos de distribución. Algunos especímenes solo se conocían por los dibujos y la descripción recogidos en *Biologia Centrali-Americana*, trabajo magistral de David Sharp y George C. Champion, de 1889 a 1911.

En nuestros estudios taxonómicos, nos hemos servido de una herramienta fundamental: la fotografía científica. Esta permite documentar gráficamente especies y observar caracteres morfológicos de los insectos sin necesidad de manipular y deteriorar los especímenes conservados en las colecciones. Aunque hemos realizado importantes contribuciones sobre la taxonomía de este grupo, falta mucho por hacer en una de las regiones más diversas del planeta.

—Macotulio Soto Hernández
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Sitio Experimental Zaragoza, Coahuila (México)



PSEUDOBARIS NOTATA es un gorgojo de unos 3,5 milímetros de longitud identificado solo en México. Se alimenta del follaje de *Croton*, una planta de la familia de las euforbiáceas (*izquierda*). Esta especie solo se conocía por los dibujos publicados en *Biologia Centrali-Americana*, hace más de cien años. Foto tomada en julio de 2013 en Morelia, Michoacán (México).

ESPECIE NUEVA: El gorgojo *Narberdia cervantae* ha sido descrito este año por el autor. Su planta hospedera es la euforbiácea *Bernardia spongiosa* (*izquierda*), de cuyos frutos emergen los adultos tras completar los estados inmaduros. El macho mide unos 5 milímetros (*arriba*).



ESTE EJEMPLAR DE *NEOERETHISTES CYANIPES*, con un tamaño corporal de 18 milímetros, fue recolectado por el autor el 18 de julio de 2013 en la Estación de Biología Chamela, en La Huerta (Jalisco). Se trata de una especie poco conocida, de la que solo se tenía referencia por su descripción en la obra *Biologia Centrali-Americana*.

por Ana Luisa Ponce Miotti

Ana Luisa Ponce Miotti es profesora de filosofía de la ciencia en la Universidad de Xalapa, México.

El mundo de las pruebas

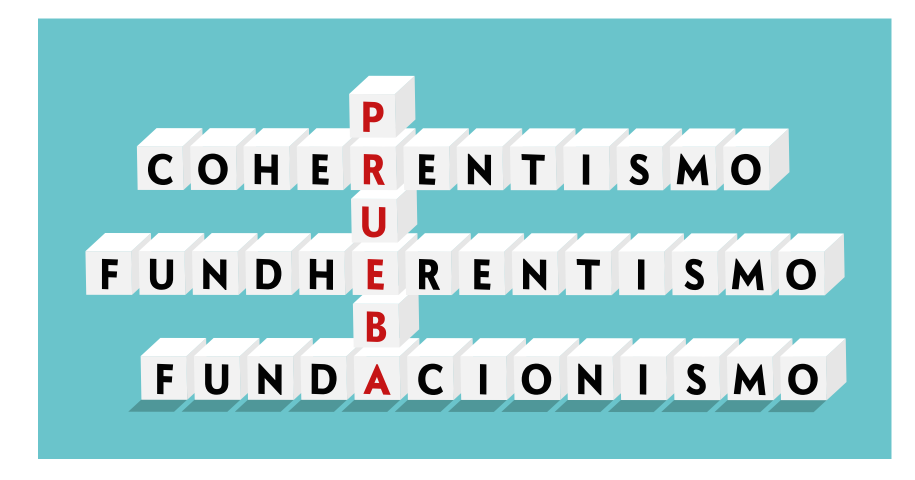
La filosofía de la ciencia de Susan Haack

En la década de los sesenta se produjo un cambio radical en filosofía de la ciencia. Nos referimos al llamado giro historicista. Algunos de sus autores más representativos fueron Thomas Kuhn, Imre Lakatos y Paul Feyerabend. Supuso la crítica y el abandono de las tesis neopositivistas tradicionales, así como un replanteamiento en la agenda de los problemas esenciales en filosofía de la ciencia.

Dicho parteaguas trajo aparejado un profundo distanciamiento de la noción tradicional de racionalidad científica, que solía reducirse a una serie de reglas algorítmicas y universales. Como consecuencia, se ampliaron los criterios de demarcación entre ciencia y pseudociencia basados en la verificabilidad, por ser demasiado excluyentes. Ante este panorama, algunos sociólogos de la ciencia comenzaron a vislumbrar una oportunidad para estudiar la ciencia como una institución social. Con ello, pretendían revelar el vacío de la epistemología más tradicional.

El resultado fue un antagonismo entre filósofos de la ciencia y sociólogos de la ciencia. En su libro *Defending science —within reason: Between scientism and cynicism* (2003), Susan Haack, de la Universidad de Miami, describe esta rivalidad en términos de una oposición entre el viejo cientificismo de los filósofos de la ciencia, que consideraban la ciencia como algo casi sagrado, y el nuevo cinismo de los sociólogos de la ciencia, que toman la ciencia como una especie de truco o engaño. Pero, en realidad, según señala la filósofa angloamericana, ambas partes en disputa comparten —aunque no lo reconozcan— algunos falsos supuestos clave, como un modelo de racionalidad demasiado rígido (según el cual algo es racional solo si de ello se derivan lógicamente consecuencias empíricamente verificables). De aquí, continúa Haack, que la supuesta oposición pueda ser superada. Es decir, existe una posición intermedia mucho más defendible que las dos concepciones hasta ahora en liza, una posición que Haack denomina sentido común crítico, tomando la expresión del filósofo estadounidense Charles Sanders Peirce (1839-1914). Uno de los propósitos principales de su *Defending science* es precisamente el de desarrollar en detalle esta posición intermedia.

Pero antes de adentrarnos más en la filosofía de Haack, hemos de decir unas palabras sobre esta autora, considerada hoy en día una de las más importantes mentes filosóficas. Se cuenta entre los pocos pensadores que han realizado aportaciones fundamentales en diversas ramas de la filosofía, como la lógica, la filosofía del lenguaje, la metafísica, la epistemología, la filosofía de la ciencia y la filosofía del derecho. Su pensamiento es nuclear para la filosofía actual, dado que es de los pocos que logra conciliar distintos ámbitos filosóficos. El amplio alcance de sus intereses es coherente con su dura crítica a la hiperespecialización y a la reciente fragmentación de la filosofía. Y es precisamente esta amplitud de miras lo que le ha permitido edificar una filosofía de la ciencia iluminadora. En ella, Haack explora la función de las pruebas empíricas como apoyo de las teorías científicas exitosas, la naturaleza siempre evolutiva de los métodos científicos, las suposiciones metafísicas de la empresa científica, el rol de la ciencia en la sociedad y el rol de la sociedad en la ciencia, e incluso las relaciones entre la ciencia y la literatura, la religión y el derecho.



Gracias a ese entramado de áreas filosóficas, surge en el pensamiento de Haack un concepto central para la epistemología, una noción que permite zanjar la disputa que mencionábamos al principio entre cínicos y cientificistas. Se trata del concepto de prueba, que en la obra de Haack es integral: incluye tanto las pruebas empíricas como las racionales.

Ahora bien, la noción de prueba se entiende dentro del llamado fundherentismo. Este marco teórico es creado por Haack como un vía de superación de otra dicotomía epistémica, la que enfrenta a los fundacionistas con los coherentistas. Los primeros buscan un fundamento último y definitivo del conocimiento, ya sea en la razón o en los datos de los sentidos. Los segundos se desentienden de esta empresa y ponen el acento en la coherencia interna de cualquier cuerpo de conocimiento. La historia de la epistemología enseña que ninguna de las dos estrategias resulta satisfactoria. Con

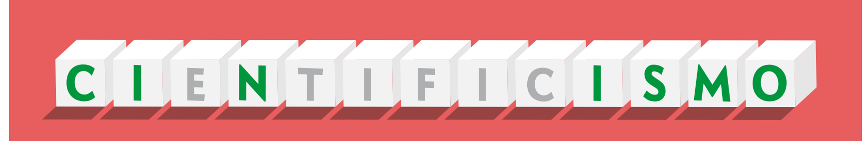
el fundherentismo, Haack pretende no solo disolver esta dicotomía clásica, sino también rescatar a la epistemología de la desilusión generalizada en la que parece haber caído, y reconstruirla a través de la restitución de conceptos tradicionales como el de justificación y el de prueba.

La estrategia del fundherentismo de Haack consiste en combinar las virtudes, y evitar las debilidades, de las dos teorías rivales clásicas. Reconoce, al igual que el fundacionismo, pero a diferencia del coherentismo, el papel de las pruebas empíricas. Asimismo, acepta, al igual que el coherentismo, pero a diferencia del fundacionismo, el papel de las relaciones y apoyo mutuo entre creencias.

La imagen del fundherentismo es la de un crucigrama, y este símil representa igualmente la filosofía entera de la profesora Haack. Dicha imagen sugiere que hay varios factores entrecruzados que conjuntamente determinan la calidad de las pruebas. Tenemos que valorar en qué medida estas apoyan una cierta teoría, en qué medida resultan seguras y en qué medida resultan coherentes con el resto del conocimiento asentado. En *Defending science*, Haack amplía esta teoría hasta incluir factores sociales, como el grado de confianza que pueda tener en una prueba un determinado grupo de personas, e incluso factores históricos, como el grado de confianza en un momento dado.

En el pensamiento de Haack encontramos, pues, herramientas para superar la falsa dicotomía entre el viejo cientificismo y el nuevo cinismo. La imagen de la ciencia que surge de sus planteamientos filosóficos presenta los siguientes rasgos.

En primer lugar, frente a lo que indica el cientificismo, la indagación científica se halla en continuidad con la indagación empírica cotidiana. No es preciso buscar un criterio de demarcación que separe la ciencia del conocimiento ordinario. No existe un supuesto método científico al margen del resto del conocimiento humano. De hecho, Haack rechaza la idea de un único método científico; por el contrario, detecta una evolución a lo largo de los siglos de una enorme variedad de métodos y de herramientas científicas que ayudan al descubrimiento y evaluación de las pruebas. Y estas pruebas científicas son esencialmente similares a las pruebas empíricas en general, aunque puedan ser mucho más complejas, estén frecuentemente mediadas por instrumentos técnicos y sean casi siempre resultado de un trabajo colectivo. Para



Haack, la ciencia es una empresa profundamente social. Pero insiste en que el carácter social de la ciencia no es necesariamente un impedimento para la racionalidad o la razonabilidad. Como tampoco lo es el hecho de que exista una continuidad entre las afirmaciones observacionales y las teóricas.

En segundo lugar, y en contra de lo que ella llama cinismo, Haack sostiene que sí hay estándares objetivos de la calidad de las pruebas. Pero la manera en que los entiende es gradualista, flexible y sutil, no formal ni rígida. Se puede afirmar, en consecuencia, que la ciencia es una empresa racional y realista, que sí es posible para los humanos descubrir algo del mundo y que los diversos métodos de la ciencia son apropiados para esta meta.

Después de *Defending science*, la reflexión sobre la ciencia llevada a cabo por Haack ha seguido cosechando frutos. La autora ha desarrollado una aproximación a la sociología de la ciencia epistemológicamente sofisticada que se centra en dos cuestiones clave. Por un lado, evalúa el funcionamiento de algunos mecanismos propios de la comunidad científica, como el sistema de revisión por pares, para establecer la validez de las pruebas. Por otro, valora la eficacia de la organización interna de las comunidades científicas, así como del ambiente social en el que trabajan los investigadores, para asegurar la honestidad y promover la creatividad. Hoy en día, sostiene Haack, mientras que los instrumentos técnicos de la ciencia mejoran, hay que reconocer que los mecanismos sociales no lo hacen en la misma media, y esta disparidad de ritmos genera mucha tensión.

Su libro de ensayos *Putting philosophy to work* ilumina una amplia gama de temas propios de la más reciente filosofía de la ciencia, que van de lo epistémico a lo sociológico. A título indicativo, podemos citar los siguientes: la noción de verdad, los varios sentidos de la noción de interpretación, las virtudes epistémicas, la relevancia epistémica de las obras de ficción, la historia del pragmatismo, la ética académica (y los incentivos perversos de las instituciones, que erosionan las virtudes académicas esenciales), el papel del testimonio científico en los procedimientos legales, las debilidades fatales de la filosofía de la ciencia popperiana, la integridad de la ciencia y los diferentes signos del cientificismo.

Por otra parte, su libro *Evidence matters: Science, proof, and truth in the law* trata directamente sobre filosofía jurídica, pero también presenta importantes implicaciones para la filosofía de la ciencia. Es más, sirve como nodo de conexión entre las dos ramas filosóficas a través del concepto de prueba, tan importante en ambas. En este texto, Haack explora las relaciones entre prueba y probabilidad, el rol de las pruebas estadísticas, el problema de la causalidad y, por supuesto, la cuestión de la verdad en el derecho.

Aún en fecha más reciente, Haack ha vuelto a ocuparse del problema del cientificismo en varias conferencias y en su obra *Scientism and its discontents*. El crucigrama de Haack está cada día más completo y con esto su imagen filosófica resulta progresivamente más acabada. IyC

La autora agradece a Susan Haack su invaluable revisión y sus atinados comentarios al primer borrador de este artículo.

PARA SABER MÁS

Defending science —within reason: Between scientism and cynicism. Susan Haack. Prometheus Books, 2003.

Seis signos del cientificismo. Susan Haack en *Discusiones filosóficas*, vol. 11, n.º 16, págs. 13-26, 2010.

Evidence matters: Science, proof, and truth in the law. Susan Haack. Cambridge University Press, 2014.

Susan Haack: Reintegrating philosophy. Dirigido por Julia Göhnere y Eva-Maria Jung. Springer Verlag, 2016.

Scientism and its discontents. Susan Haack. Rounded Globe, 2017 (acceso libre en **https://roundedglobe.com/**)

EN NUESTRO ARCHIVO

La naturaleza de la prueba científica en la era de las simulaciones. Kevin Heng en *IyC*, mayo de 2015.

por Capitolina Díaz Martínez

Capitolina Díaz Martínez es catedrática de Sociología en la Universidad de Valencia y expresidenta de la Asociación de Mujeres Investigadoras y Tecnólogas. Es experta en género y ciencia, en la metodología no sexista de la investigación social y en políticas públicas con perspectiva de género.



La perspectiva de género en ciencia

Cómo reducir los sesgos de género que lastran la mirada científica sobre las mujeres

La inclusión de la perspectiva de género en ciencia conjuga dos facetas: la de considerar el número, la posición y la trayectoria de las mujeres que hacen ciencia (las mujeres como sujeto científico activo); y la que examinaría cómo contempla la ciencia a las mujeres en tanto que objeto científico. No entraremos en el primer aspecto, que ya ha sido analizado en esta revista en numerosas ocasiones. Nos centraremos en el segundo, aplicando la perspectiva de género al contenido mismo de la actividad científica, en la medida en que esta involucra a las mujeres como objeto de la ciencia.

El predominio histórico masculino ha convertido en arquetipo de ser humano al hombre, al varón. Es lo que se conoce como androcentrismo. La ciencia no ha sido ajena a esa visión androcéntrica del mundo: en todos aquellos campos en los que se han estudiado seres humanos, casi se ha estudiado solo a hombres; y se ha hecho desde una perspectiva masculinista, esto es, se han tomado sus características como universales de la especie. En contraste, cuando la ciencia ha incluido a las mujeres como objeto de estudio, lo ha hecho casi siempre para poner en evidencia sus supuestas diferencias con los hombres, sobre todo, aquellas relativas a la reproducción.

Introducir la perspectiva de género supone, ante todo, que la ciencia deje de focalizar su mirada en los hombres y la amplíe a lo que realmente existe: mujeres, hombres, tipos de mujeres y de hombres, seres no dicotómicos, etcétera. Supone que se controlen los sesgos propios de quienes hacen, financian y gestionan la ciencia (mayoritariamente hombres, blancos, occidentales, de posición social acomodada, o mujeres y hombres forzados a imitar esta tipología).

La perspectiva de género en ciencia entraña, por tanto, la adaptación de la ciencia a las mujeres, más allá de la imprescindible adaptación de las condiciones estructurales del trabajo científico. Implica un cambio epistemológico por el que la ciencia aplicada o básica, y cualquier área de estas, incluyan de forma integral y transversal a las mujeres como una parte del objeto de estudio y de manera equivalente a los hombres: con su variabilidad, sus experiencias y sus demandas; y debe, asimismo, considerar los potenciales efectos diferenciales que sobre las mujeres pueda tener cualquier investigación.

Un proceso de investigación típico pasa por varias fases en las que, si no se presta especial atención, se producen sesgos de género. Estos, en los casos más extremos, pueden costar la vida a las mujeres (como en las enfermedades cardíacas diagnosticadas a partir de síntomas habituales en los hombres, pero menos frecuentes en las mujeres [*véase* «Una medicina adaptada a las mujeres», por Marcia L. Stefanick, *en este mismo número*]). En casos menos llamativos, tales sesgos perpetúan el predominio masculino propio de nuestras sociedades (las mujeres, o se adaptan a las expectativas derivadas de los estereotipos, o resultan patologizadas o inferiorizadas).



La ciencia con perspectiva de género debería descubrir los sesgos más frecuentes en la tarea científica propiamente dicha para poderlos corregir. Un sesgo habitual se produce a la hora de elegir el tema de investigación; este suele venir dictado por las agencias financiadoras, que, como el resto del mundo científico, apenas han mostrado interés por las mujeres como sujeto científico.

Otro sesgo frecuente se da cuando se plantean las hipótesis de trabajo: las mujeres y los hombres son concebidos como iguales ante la ciencia, sin reconocerse que hay unas relaciones de poder entre géneros que hacen que la situación de las mujeres, de partida, no sea asimilable a la de los hombres.

Además, en los estudios sobre seres humanos, la selección de la muestra debe ser especialmente matizada. No solo hay que evitar la consideración de los hombres como arquetipo, sino que debe también huirse de dicotomías exhaustivas (mujer/hombre) que excluirían otras posibilidades tal vez minoritarias pero reales; tampoco cabe ignorar la variabilidad que existe dentro de cada sexo o género.

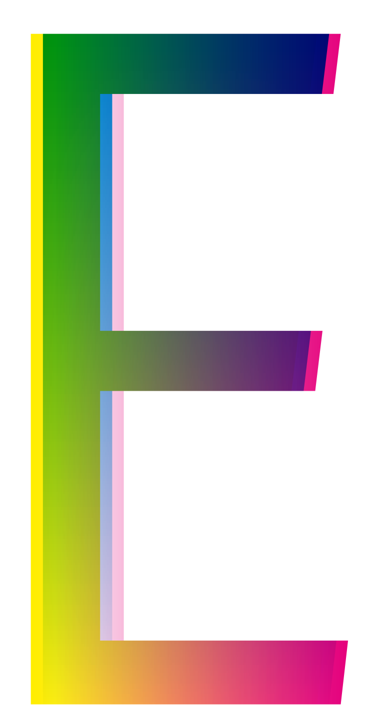
Por último, hay que tener en cuenta la técnica de observación y de análisis de los datos; en el caso de las diferencias de sexo o género, contemplar la covarianza con otras variables puede reducir notablemente los sesgos reduccionistas de género y favorecer un análisis más neutral.

Todas estas cautelas no evitarán una ciencia totalmente libre de sesgos de género, puesto que no hay que olvidar que hacemos la ciencia que está al alcance de nuestros determinantes sociales. Pero, al menos, tendremos una ciencia más «desgenerada». IyC

UNA MEDICINA ADAPTADA A LAS MUJERES

Los médicos e investigadores deben profundizar en las diferencias entre sexos para poder ofrecer mejores tratamientos a las mujeres

MARCIA L. STEFANICK

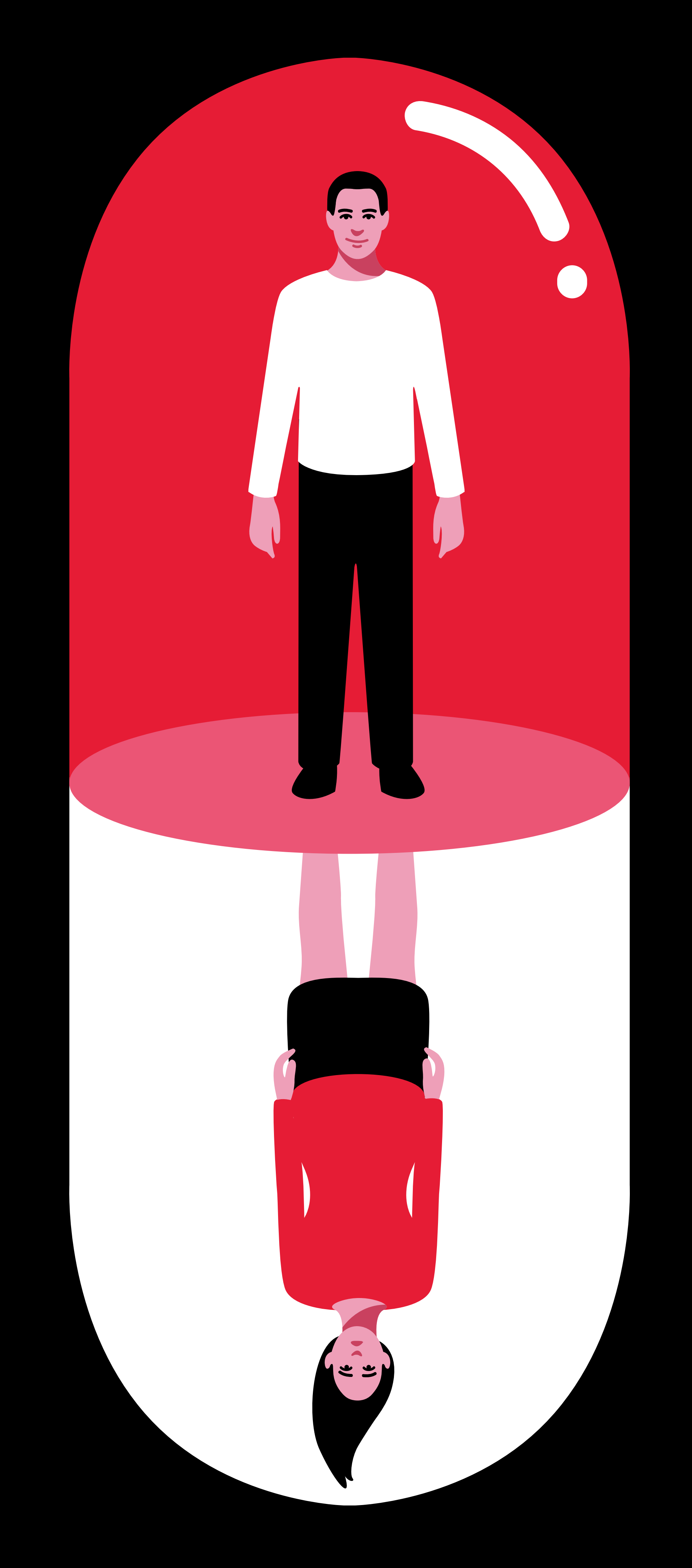


En enero de 2013, la Agencia Federal de Fármacos y Alimentos de EE.UU. (FDA) redujo a la mitad la dosis de zolpidem para las mujeres, pero no para los hombres. Se trata del somnífero más popular en la nación. La agencia había determinado que, de los 5,7 millones de mujeres estadounidenses que consumían derivados del zolpidem, un 15 por ciento estaba experimentando dificultades en la conducción hasta ocho horas después de la ingesta del fármaco, frente al 3 por ciento de los 3,5 millones de usuarios masculinos.

Se sabe desde hace tiempo que, de media, las mujeres eliminan el zolpidem del organismo más despacio que los hombres. De hecho, el metabolismo, la tolerancia, los efectos secundarios y los beneficios de muchos medicamentos ampliamente prescritos difieren de modo notable entre sexos, en términos medios. Ellas muestran una probabilidad de entre el 50 y el 70 por ciento superior de padecer una reacción adversa. El tamaño corporal, la proporción de grasa y músculo y otros factores, como los estímulos hormonales, determinan en parte estas discrepancias. Pero los médicos rara vez tienen en cuenta tales aspectos a la hora de prescribir un tratamiento. El zolpidem, que en EE.UU. se vende ahora en frascos con etiquetas rosas (dosis baja) o azules (dosis original), constituye un caso inusual de recomendación médica específica según el sexo.

Los problemas asociados a las dosis representan solo un ejemplo de cómo el sistema de salud ignora las diferencias biológicas entre sexos. Como consecuencia, las mujeres son tratadas con demasiada frecuencia como hombres. Es más, el sistema muestra sesgos en algunas patologías consideradas históricamente propias de hombres o de mujeres, aunque ambos puedan sufrirlas. Así, los médicos no logran diagnosticar las enfermedades «masculi-

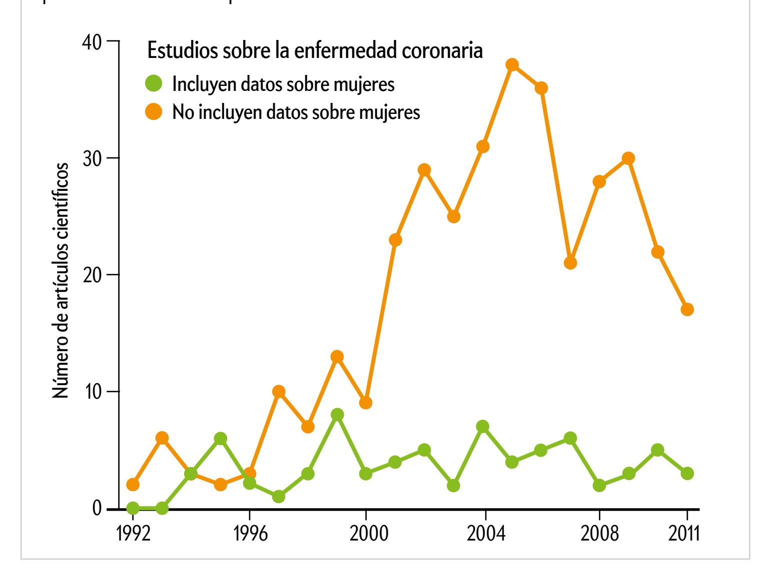
ANNA PARINI



DEFICIENCIAS

Sesgos en la investigación

Con frecuencia, los ensayos clínicos incluyen solo a hombres, o bien no desglosan los resultados por sexo cuando incorporan mujeres. En 2012, un análisis sobre los tratamientos de la coronariopatía reveló que 355 de los 427 artículos científicos (el 83 %) no analizaban los datos separados por sexos o no incluían datos sobres las mujeres. Este déficit en la investigación dificulta la labor de los médicos a la hora de valorar opciones terapéuticas más afines para ellas.



FUENTE: «TREATMENT STRATEGIES FOR WOMEN WITH CORONARY ARTERY DISEASE: FUTURE RESEARCH NEEDS», POR ROWENA J. DOLOR ET AL. EN *COMPARATIVE EFFECTIVENESS REVIEW*, N.º 66. AGENCIA PARA LA INVESTIGACIÓN Y CALIDAD DE LA ATENCIÓN MÉDICA, DPTO. DE SALUD Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS EE.UU., AGOSTO DE 2012; JEN CHRISTIANSEN (*gráfica*)

EN SÍNTESIS

Los médicos suelen evaluar a las pacientes femeninas como si fueran hombres, porque la mayor parte de la investigación médica se basa en animales machos o en hombres. Ello da lugar a tratamientos inadecuados o incluso peligrosos.

Las cardiopatías femeninas a menudo pasan inadvertidas porque los síntomas en ellas son distintos a los de ellos. En el cribado de enfermedades mentales sucede algo parecido.

Se necesitan nuevas normas para que la biología femenina se incluya de forma sistemática en los protocolos de los ensayos, los diagnósticos y los tratamientos.

nas» en las mujeres, y viceversa, hasta que la patología ya ha avanzado hasta un punto peligroso.

Tales situaciones derivan de un vacío importante en nuestro conocimiento de las diferencias sexuales. La mayor parte de la investigación con animales se ha realizado con sujetos machos, sobre todo con roedores. Y en los ensayos clínicos con humanos, la representación femenina ha sido anecdótica. A pesar de que incluyan a ambos sexos, no suelen presentarse los análisis separados por ellos, y aunque se procediera así, los resultados podrían no ser aplicables a las mujeres, puesto que la mayoría de los participantes son hombres. Una revisión de 258 ensayos clínicos con tratamientos cardiovasculares realizado en 2003 reveló que solo un 27 por ciento de los participantes eran mujeres y que solo una tercera parte de los ensayos presentaba los resultados en función del sexo. No sorprende entonces que nadie comprendiera por qué una mujer joven hospitalizada por un infarto de miocardio tuviera el doble de probabilidades de fallecer por este motivo que un hombre.

La ausencia de mujeres en la investigación biomédica se agravó en 1977, cuando las guías clínicas de la FDA prohibieron la inclusión de mujeres en edad fértil en cualquier ensayo de fase I (seguridad) y fase II (eficacia), con independencia de si estaban planeando quedarse embarazadas o no. Aunque la FDA ya permite incluir a mujeres embarazadas en ensayos donde la gestación no se vea amenazada, el uso de muchos fármacos no se ha autorizado en mujeres gestantes por la falta de información sobre su seguridad y eficacia.

RESOLVER EL PROBLEMA

Los cambios en el modo de proceder han tardado en llegar. En 1990, científicos, abogados y miembros del Congreso de EE.UU. instaron a los Institutos Nacionales de Salud (NIH) del país a crear un Departamento de Investigación de la Salud de la Mujer. En 1991, la difunta cardióloga Bernadine Healy, la primera y única mujer directora de los NIH, impulsó la Iniciativa para la Salud de la Mujer, con la participación de casi 162.000 mujeres de todo el territorio estadounidense. Este estudio introdujo algunos cambios en la práctica clínica; sin él, por ejemplo, algunos médicos seguirían pensando que hay que ofrecer un tratamiento hormonal sustitutivo a la mayoría de las mujeres mayores, lo que aumentaría el número de infartos de miocardio e ictus y los casos de cáncer de mama. En 1993, la Ley de Revitalización de los NIH exigió la inclusión de participantes femeninas (y de otras minorías) en ensayos clínicos de fase III respaldados por el Gobierno (en ellos se determina cómo funciona un medicamento nuevo en un grupo grande). Sin embargo, la ley no requería la incorporación de un número mínimo de mujeres para poder evaluar su respuesta específica a un tratamiento.

En 2001 se alcanzó un nuevo hito, cuando un informe del Instituto de Medicina (IOM) de EE.UU. hizo hincapié en la influencia del sexo en la biología básica sobre la que se sustenta la asistencia sanitaria. Concluía que «cada célula tiene un sexo». Y, sin embargo, casi ningún biólogo celular tiene en cuenta, o siquiera conoce, el sexo de las células o de los tejidos que estudia. Tampoco contempla el efecto de los cromosomas sexuales en los sistemas que investiga. El informe de la IOM definió el sexo como una cualidad o clasificación biológica de los organismos que se reproducen sexualmente; es por lo general femenino o masculino y deriva de los cromosomas y de las hormonas sexuales. El género se definió, en estudios con humanos, como la percepción sociocultural que tiene un individuo de sí mismo como varón o mujer.

Ese concepto puede ampliarse e incluir las normas de género (las expectativas sociales de comportamientos masculinos o femeninos) y las relaciones de género (el modo en que interactúan las personas en función de su género), las cuales pueden ejercer una enorme influencia sobre la biología. Por ejemplo, los hombres suelen ser más fuertes que las mujeres no solo debido a factores biológicos (como la mayor masa muscular), sino también a roles de género establecidos: en muchas culturas, los varones se encargan de levantar y cargar la mayoría de los objetos pesados. El hecho de que las mujeres tengan el doble de incidencia de depresión (unipolar) que los hombres también podría derivar de una interacción entre factores biológicos y sociales, como el mayor riesgo de sufrir acoso sexual.

Desde el informe del IOM, científicos, académicos y gestores de la salud han estado presionando

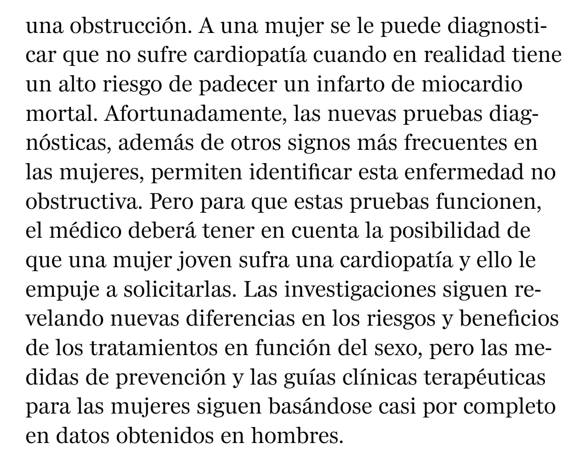
a sus instituciones, periódicos y agencias gubernamentales para afrontar la necesidad de incluir mujeres y animales hembras en los ensayos y estudiar las diferencias entre sexos. En 2009, colaboradores de EE.UU., Canadá y la Unión Europea participaron en el proyecto Innovaciones según el Género, de la Universidad Stanford. Desarrollaron métodos prácticos para la inclusión del sexo y el género en los análisis y en los estudios de seguimiento. En 2010, el Departamento de Investigación de la Salud de la Mujer publicó un plan estratégico que identificaba la necesidad de integrar las perspectivas de sexo y género en la investigación científica y médica.

Ese mismo año, los Institutos Nacionales de Investigación de la Salud de Canadá dieron un paso más. Comenzaron a pedir a los solicitantes de subvenciones que aclarasen si incluían el sexo o el género en sus propuestas de estudios. Cuatro años más tarde, en mayo de 2014, un apunte en la revista *Nature* escrito por Francis Collins, director de los NIH, y Janine Clayton, directora del Departamento de Investigación de la Salud de la Mujer, describió normas para asegurar que los estudios preclínicos financiados con fondos de los NIH tuvieran en cuenta el sexo de los participantes, además del de las células. Luego, en enero de 2016, los NIH comenzaron a exigir que el sexo se tratase como una variable biológica que debía incluirse en el diseño, el análisis y los informes de los estudios. Si los aspirantes a las subvenciones proponen investigar solo un sexo, deberán justificar el motivo de forma contundente. A diferencia de las instituciones canadienses, los NIH no abordaron el tema de la influencia del género sobre la biología.

UNA ENFERMEDAD MASCULINA

Los sesgos de género siguen influyendo profundamente en el diagnóstico y el tratamiento y, por consiguiente, en la evolución de la enfermedad. A pesar de los años que lleva en marcha la campaña Red Dress («Vestido rojo»), la mayoría de las personas y los médicos siguen considerando la cardiopatía una enfermedad masculina. Les sorprende enterarse de que es la primera causa de muerte de las mujeres estadounidenses, muy por encima del cáncer de mama. En concreto, la cardiopatía en las mujeres jóvenes pasa inadvertida porque los médicos no contemplan esa posibilidad. Además, ellas manifiestan con frecuencia otros síntomas, como dolor de espalda, náuseas, cefalea y mareos, más allá del dolor torácico, el que más refieren ellos. Los médicos suelen describir esos síntomas como atípicos, porque los hombres no los suelen presentar.

Por otro lado, las mujeres de mayor edad y los varones a menudo muestran una o varias arterias coronarias obstruidas por una placa de ateroma (un cúmulo de colesterol, grasa y otras sustancias), mientras que las mujeres más jóvenes tienden a presentar placas más lineales que estrechan la arteria en todo su recorrido. Ello implica que, si bien el miocardio no recibe la suficiente irrigación, no se llega a detectar



DESVIACIÓN CIENTÍFICA

5,5 a 1

es la proporción de estudios de neurociencia con animales que incluyen solo machos, en relación con los que analizan solo hembras. Los estudios con animales son la base de muchos de los fármacos psicoactivos.

FUENTE: «SEX BIAS IN NEUROSCIENCE AND BIOMEDICAL RESEARCH», POR ANNALIESE K. BEERY E IRVING ZUCKER EN *NEUROSCIENCE AND BIOBEHAVIORAL REVIEWS*, VOL. 35, N.° 3, ENERO DE 2011



Marcia L. Stefanick es profesora de medicina en el Centro de Investigación de Prevención de Stanford y de obstetricia y ginecología en la Escuela de Medicina de Stanford. También es directora del Centro de Stanford sobre la Mujer y Diferencias de Sexo en Medicina y dirige un ensayo amplio sobre la prevención de la cardiopatía y el envejecimiento saludable en mujeres mayores.

una obstrucción. A una mujer se le puede diagnosticar que no sufre cardiopatía cuando en realidad tiene un alto riesgo de padecer un infarto de miocardio mortal. Afortunadamente, las nuevas pruebas diagnósticas, además de otros signos más frecuentes en las mujeres, permiten identificar esta enfermedad no obstructiva. Pero para que estas pruebas funcionen, el médico deberá tener en cuenta la posibilidad de que una mujer joven sufra una cardiopatía y ello le empuje a solicitarlas. Las investigaciones siguen revelando nuevas diferencias en los riesgos y beneficios de los tratamientos en función del sexo, pero las medidas de prevención y las guías clínicas terapéuticas para las mujeres siguen basándose casi por completo en datos obtenidos en hombres.

La gestación, hoy considerada como una prueba de esfuerzo cardiológico en sí misma, también contribuye a las disparidades que existen entre sexos, y aun así, solo ahora se están empezando a entender las graves consecuencias que conllevan a largo plazo. La hipertensión gestacional y la preeclampsia, además de la diabetes gestacional (aumento de la glucosa en sangre durante el embarazo), duplican el riesgo posterior de enfermedad cardiovascular, así como la probabilidad de desarrollar diabetes de tipo 2.

DIFÍCIL DE AVERIGUAR

Los sesgos que se producen por no tener en cuenta las diferencias por razón de sexo y género influyen en el diagnóstico médico y en el tratamiento de cualquier paciente. La osteoporosis, que se caracteriza por una mineralización ósea débil, se considera una enfermedad femenina porque las mujeres de raza blanca tienen el doble de riesgo de fracturarse un hueso a lo largo de la vida que sus congéneres masculinos. Los ensayos sobre la prevención de fracturas incluyen pocos hombres. Sin embargo, una de cada tres fracturas de cadera la padecen ellos, en quienes el pronóstico médico es peor.

Los varones son más propensos a las infecciones víricas, bacterianas, parasitarias y fúngicas que las mujeres, mientras que estas tienen mayores tasas de infecciones de transmisión sexual, como el VIH y el virus del herpes simple de tipo 2. Por otro lado, las mujeres poseen un sistema inmunitario más robusto, lo que podría explicar en parte por qué el 70 por ciento de los 20 millones de estadounidenses que padecen enfermedades autoinmunitarias (en las que el sistema inmunitario ataca al propio cuerpo) son mujeres. Puede que la gestación también influya. Algunas células fetales pasan a la circulación de la madre y se hallan en su sangre décadas después, por lo que se han relacionado con algunos trastornos autoinmunitarios.

El sexo y el género también influyen en las enfermedades neurológicas y mentales. Cada vez más datos indican que la placenta de los fetos varones responde a factores de estrés ambientales promoviendo el crecimiento fetal; en cambio, la placenta de las niñas induce cambios en genes y en la expresión de proteínas, lo que aumenta las probabilidades de supervivencia. Esa diferencia tal vez contribuya a que

ENFERMEDADES SEGÚN EL SEXO

Diferencias entre ellos y ellas

En el pasado, los estudios médicos se basaban sobre todo en datos recopilados en hombres o animales machos, según el Instituto de Medicina de EE.UU., lo que ha retrasado el progreso en la atención de la salud femenina. Aunque los investigadores intentan recoger la proporción entre ambos sexos, las mujeres y los animales hembras siguen estando en minoría. Necesitamos corregir ese defecto porque muchas enfermedades afectan a las mujeres de forma diferente que a los hombres. Además, con frecuencia ellas responden de forma distinta a los tratamientos. Se ilustran aquí algunos ejemplos.

CÁNCER

De forma global, mueren más hombres por cáncer que mujeres, pero los datos enmascaran importantes diferencias entre sexos en ciertos tipos de cáncer. Reconocer esta diversidad evitaría en parte que los médicos pasaran por alto ciertos síntomas o los malinterpretasen.

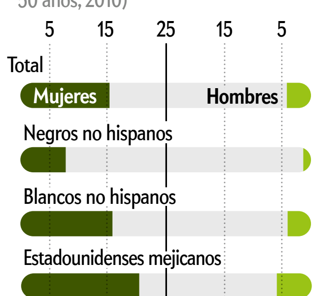
Las mujeres tienen más riesgo de sufrir cáncer de colon ascendente, que es más agresivo que el descendente. Además, el diagnóstico en las mujeres tiende a retrasarse.

Mueren más hombres que mujeres de cáncer de pulmón, colon, riñón e hígado, si bien el riesgo global de padecer cáncer es mayor para mujeres menores de 50 años.

Ser alto es un factor de riesgo para muchos tipos de cáncer, tanto en hombres como en mujeres, y puede contribuir a una tercera parte del mayor riesgo de cáncer en hombres.

Los efectos del fluorouracilo, un quimioterápico de uso común, son peores en las mujeres, y pasa igual con muchas otras terapias oncológicas.

Prevalencia de osteoporosis (porcentaje de residentes de EE.UU. mayores de 50 años, 2010)



HUESOS Y ARTICULACIONES

Las diferencias por sexo y género existen en los dos sentidos. El riesgo de padecer osteoporosis (huesos frágiles) es el doble en mujeres blancas que en hombres blancos, pero el riesgo de fallecer por una fractura secundaria a la osteoporosis es un 50 % mayor en los hombres.

Las dos terceras partes de las intervenciones de prótesis de rodilla se realizan en mujeres; sin embargo, no hay pruebas de que las prótesis especificadas para un sexo u otro por los fabricantes mejoren el pronóstico. Sobrestimar las diferencias por sexo también puede traer problemas.

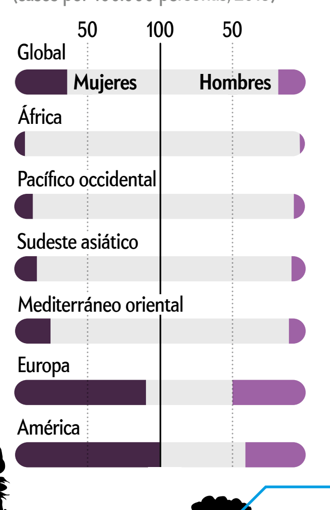
ENFERMEDAD

Ciertas patologías autoinmunitarias, como la enfermedad de Hashimoto o de Graves, son entre 7 y 10 veces más frecuentes en mujeres; también lo es el lupus.

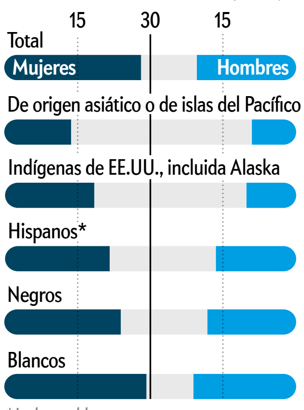
La artritis reumatoide, la esclerosis múltiple y el escleroderma son al menos entre 2 y 3 veces más frecuentes en las mujeres.

Se infectan más las mujeres por el virus del herpes simple de tipo 2 que los hombres.

Prevalencia de esclerosis múltiple (casos por 100.000 personas, 2015)



Muertes por la enfermedad de Alzheimer (muertes ajustadas por la edad por cada 100.000 estadounidenses, 2014)



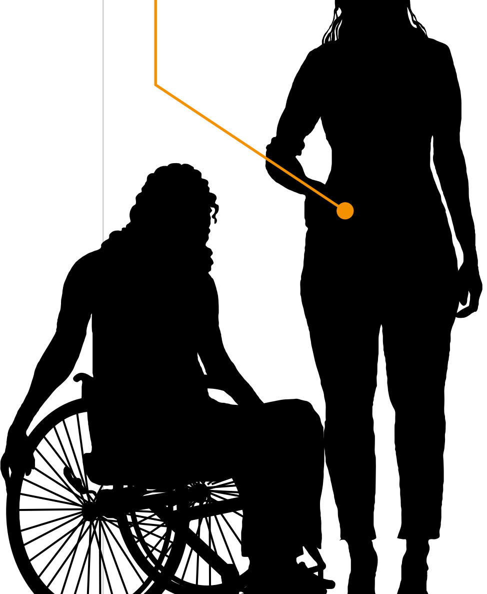
**Incluye a blancos y negros*

ENFERMEDAD MENTAL

El doble de mujeres que de hombres presentan problemas de ansiedad o depresión.

Casi dos terceras partes de los estadounidenses con alzhéimer son mujeres. El gen *APOE4* está más fuertemente ligado a la enfermedad en mujeres. Los cromosomas X e Y también podrían desempeñar una función importante.

El número de mujeres mayores que fallecen por alzhéimer en EE.UU. es ya mayor que el total de fallecidas por cáncer de mama.



algunos trastornos del desarrollo, como el autismo o la dislexia, se diagnostiquen más en niños, aunque cabe la posibilidad que los métodos actuales estén infradiagnosticando a las niñas.

En las enfermedades mentales el sesgo relacionado con el género parece producirse de forma generalizada. La creencia de que los niños y los hombres manifiestan la depresión con agresividad, en lugar de con introversión, puede derivarse de la idea preconcebida de que ellos exteriorizan su comportamiento mientras que ellas lo interiorizan. Varios profesionales de la salud mental de todo el mundo continúan asignando ciertos síntomas, como la histeria, de forma casi exclusiva a las mujeres, o la conducta antisocial a los hombres. Esa propensión afecta al tratamiento y al pronóstico de la enfermedad.

El sesgo resulta desbordante cuando se trata del cerebro. La psicología actual adora la noción de que las mujeres y los hombres tienen cerebros diferentes. Los informes demuestran que los hombres presentan más conexiones corticales dentro de cada hemisferio, mientras que en las mujeres abundan más las conexiones entre ambos. Pero estos informes obvian el dato de que entre el 86 y el 88 por ciento de todas las conexiones se asemejan, lo que sugiere que el cerebro masculino y el femenino son más parecidos de lo que se cree. Cada vez hay más datos que revelan que el desarrollo cerebral de cualquier individuo a lo largo de su vida está sujeto a la neuroplasticidad, esto es, la capacidad de las neuronas para establecer conexiones nuevas. Si las experiencias diarias de los niños y los hombres son tan distintas a las de las niñas y mujeres, cabría esperar hallar diferencias en la estructura y la función cerebral [*véase* «¿Existe un cerebro femenino?», *en este mismo número*].

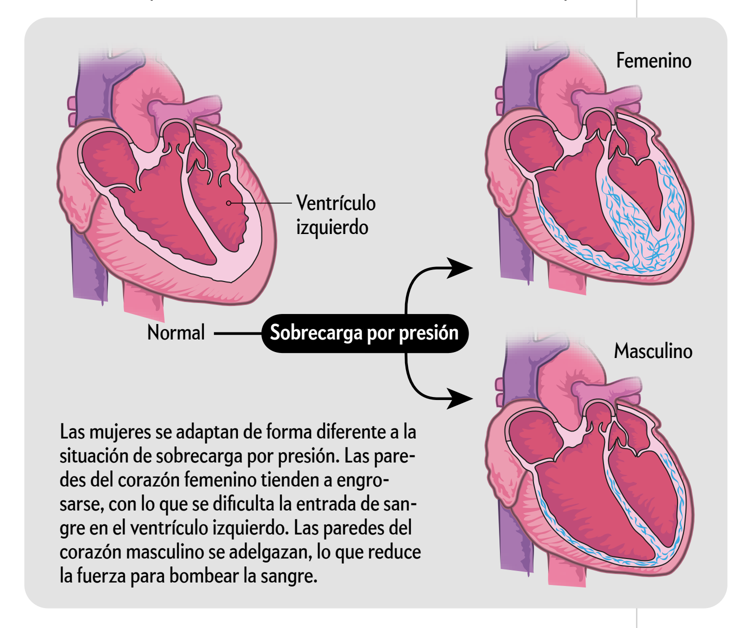
Esta situación tan compleja dificulta la identificación de las causas y los tratamientos de numerosas enfermedades cerebrales. Dos tercios de los más de 5 millones de estadounidenses que padecen alzhéimer son mujeres, no solo porque ellas sobrepasan más los 65 años de edad, sino porque sufren la enfermedad con mayor frecuencia en todos los grupos de edad. Podría influir el hecho de que, en las mujeres mayores, la división de sus células comporte un emparejamiento anómalo de los cromosomas X (el materno y el paterno). En los hombres, tal vez solo sobreviva a la división celular el cromosoma X (materno) y el cromosoma Y ya no exista. Sin duda, el sexo influye en la progresión de la enfermedad y ello debería ser investigado.

DE TÚ A TÚ

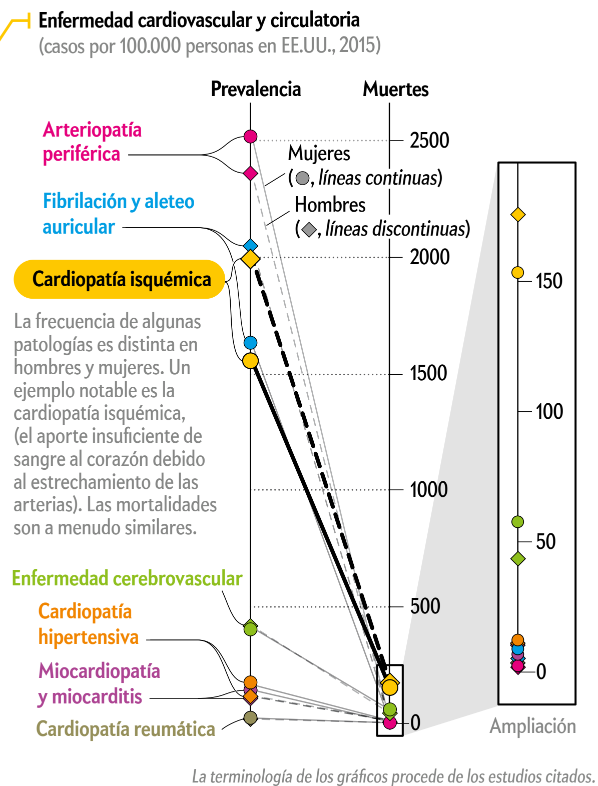
Ciertamente, a los investigadores clínicos y a los médicos les queda mucho por averiguar antes de poder ofrecer una mejor atención médica a las mujeres. Comprender con mayor profundidad las diferencias entre sexos también mejorará las recomendaciones de salud para los hombres. En 2015, los NIH promovieron la Iniciativa para una Medicina de Precisión con el fin de abordar el problema de que la mayoría de los tratamientos han sido ideados

PROBLEMAS CARDÍACOS

Las complicaciones cardíacas suelen manifestarse de distinto modo en las mujeres y en los hombres. El fallo cardíaco en las mujeres ocurre sobre todo porque la pared del ventrículo izquierdo se vuelve rígida y más gruesa (*ilustración*). De los problemas de conducción eléctrica, el latido cardíaco irregular es más frecuente en los hombres, mientras que el ritmo cardíaco acelerado se da más en las mujeres; de ahí que determinados fármacos puedan empeorar en ellas la enfermedad y provocarles la muerte. Las valvulopatías también difieren entre sexos. El riesgo de formación de coágulos es mayor en las mujeres, lo que puede interferir con numerosos tratamientos; este rasgo pudo haber sido adquirido durante la evolución para evitar hemorragias excesivas en el momento del parto.



Las mujeres se adaptan de forma diferente a la situación de sobrecarga por presión. Las paredes del corazón femenino tienden a engrosarse, con lo que se dificulta la entrada de sangre en el ventrículo izquierdo. Las paredes del corazón masculino se adelgazan, lo que reduce la fuerza para bombear la sangre.



La terminología de los gráficos procede de los estudios citados.

FUENTES: «THE RECENT PREVALENCE OF OSTEOPOROSIS AND LOW BONE MASS IN THE UNITED STATES BASED ON BONE MINERAL DENSITY AT THE FEMORAL NECK OR LUMBAR SPINE», POR NICOLE C. WRIGHT ET AL. EN *JOURNAL OF BONE AND MINERAL RESEARCH*, VOL. 29, N.º 11, NOVIEMBRE DE 2014 (*osteoporosis*); «GBD COMPARE», DEL INSTITUTO PARA LA MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE LA SALUD, SEATTLE, WA. DATOS CONSULTADOS EN JULIO DE 2017 HTTP://VIZHUB.HEALTHDATA.ORG/GBDCOMPARE (*esclerosis múltiple y cardiopatías*); «DEATHS: FINAL DATA FOR 2014», POR KENNETH D. KOCHANEK ET AL. EN *NATIONAL VITAL STATISTICS REPORTS*, VOL. 65, N.º 4, 30 DE JUNIO DE 2016 (*enfermedad de Alzheimer*); «MECHANISTIC PATHWAYS OF SEX DIFFERENCES IN CARDIOVASCULAR DISEASE», POR VERA REGITZ-ZAGROSEK Y GEORGIOS KARARIGAS EN *PHYSIOLOGICAL REVIEWS*, VOL. 97, N.º 1, ENERO DE 2017 (*ilustraciones del corazón*); MESA SCHUMACHER (*siluetas*); JEN CHRISTIANSEN (*gráficas*)

para el paciente «medio», y no para cada individuo. La medicina personalizada, o de precisión, deberá considerar la variabilidad en los genes, el ambiente y el estilo de vida de cada persona. Aun así, los estudios genómicos que buscan detectar las variantes genéticas que pudieran estar ligadas a determinadas enfermedades suelen excluir de la investigación los cromosomas X e Y, lo que da a entender que el sexo no supone un aspecto importante para la medicina de precisión.

La norma de los NIH de 2015 de que los investigadores tengan en cuenta el sexo como una variable biológica en estudios con animales y humanos promete. Ese mismo año, los Institutos Nacionales de Investigación de la Salud de Canadá crearon un curso de entrenamiento en línea sobre el sexo y el género en la investigación clínica. Además, la Liga de Universidades Europeas de Investigación emitió un informe en el que detallaba cómo integrar el sexo y el género en los procesos científicos. En octubre de 2015, la Clínica Mayo presentó la Cumbre sobre Sexo y Género en la Educación Médica, para afrontar el grave problema de que las facultades de medicina no instruyen sobre las diferencias de sexo y género. En la cumbre se instó a los participantes a que crearan una hoja de ruta para integrar en la educación los conocimientos basados en esas diferencias y mejorar así los planes de estudios a lo largo de los siguientes cinco años. En 2016, un grupo de 13 expertos de nueve países presentó las guías para la Equidad en el Sexo y el Género en la Investigación, un procedimiento detallado sobre cómo incluir la información relativa al sexo y al género en el diseño del estudio, el análisis de los datos y la interpretación de los resultados.

Tales avances son esperanzadores. Pero se necesitan más esfuerzos, como introducir nuevas políticas y restricciones económicas, para asegurar que la biología femenina llegue a los libros de texto y los protocolos de los ensayos. Tal vez deban exigirse criterios de buenas prácticas (normas asistenciales a las que hay que adherirse dentro del código ético de «no hacer daño») para que los profesionales de la salud tengan en cuenta el sexo y el género a la hora de realizar diagnósticos, cribados y tratamientos. Tanto mujeres como hombres sacarían un enorme provecho de ello. Si los médicos no se fijan en el sexo y el género, no podrán practicar una medicina de precisión, aquella que es específica para cada uno de nosotros y que todos esperamos recibir. ■

PARA SABER MÁS

Exploring the biological contributions to human health: Does sex matter? Institute of Medicine. National Academies Press, 2001.
Gendered research and innovation: Integrating sex and gender analysis into the research process. Liga de Universidades de Investigación Europeas, septiembre de 2015.
Proyecto Innovaciones, Universidad Stanford: **http://genderedinnovations.stanford.edu**

EN NUESTRO ARCHIVO

Medicina «de género». Roni Jacobson en *MyC* n.º 70, 2015.
El reto del autismo femenino. Maia Szalavitz en *MyC* n.º 81, 2016.

ATENCIÓN A LAS DIFERENCIAS

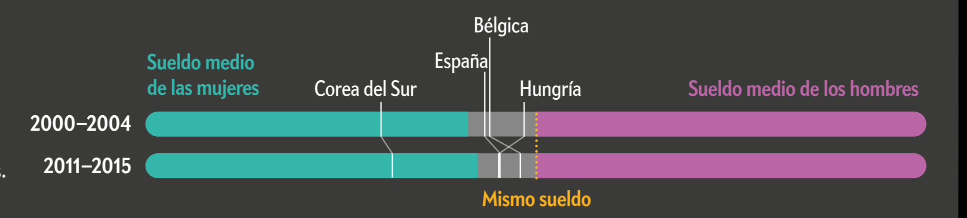
La desigualdad de género sigue siendo un fenómeno mundial

Los datos de las últimas décadas muestran que, a pesar de los avances hacia la igualdad de género, todavía quedan numerosas metas que alcanzar. Las mujeres continúan en inferioridad respecto a los hombres en cuanto a las oportunidades sociales y económicas. Algunas desigualdades, denominadas brechas de género, como la escasez de mujeres en los órganos de gobierno, provienen de actitudes sociales sobre el género y el liderazgo. Otras surgen de factores que, por definición, afectan de manera desproporcionada a las mujeres, como las limitaciones en el acceso a los servicios de salud reproductiva. *—Amanda Montañez*

BRECHAS DE GÉNERO

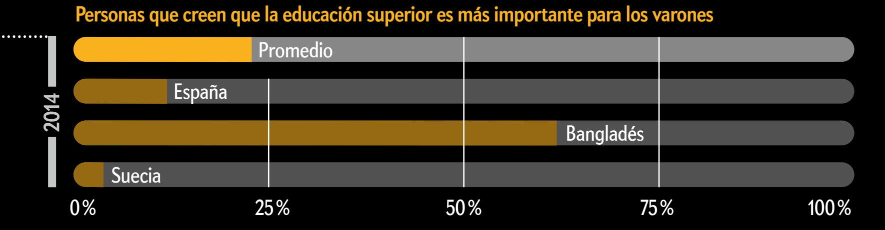
SUELDO

En todo el mundo, el salario medio de la mujer es inferior al de sus homólogos masculinos. A pesar de los avances de la década pasada, ninguno de los 31 países representados aquí ha eliminado la brecha de género en los salarios.



EDUCACIÓN

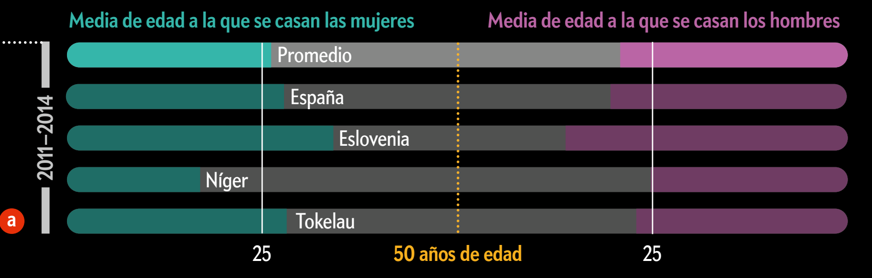
En algunas partes del mundo, más del 50 por ciento de los graduados universitarios son mujeres. Pero, a escala mundial, casi una cuarta parte de la población piensa que la educación superior es más importante para los jóvenes que para las jóvenes. El promedio se ha calculado a partir de los datos de 85 países.



EDAD MATRIMONIAL

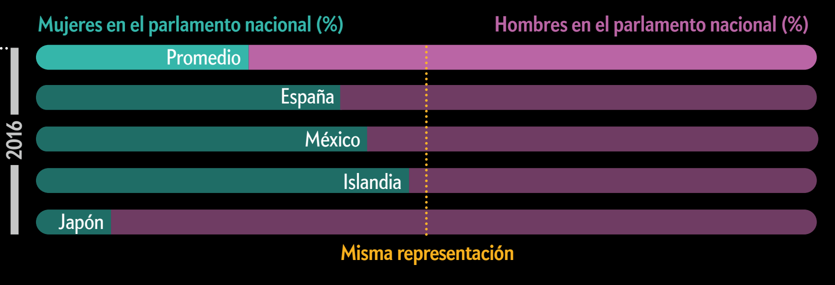
Las mujeres acostumbran a casarse antes que los hombres. Esta gráfica, basada en los datos de 104 países y territorios, representa la media de edad de quienes contraen matrimonio antes de los 50 años.

a



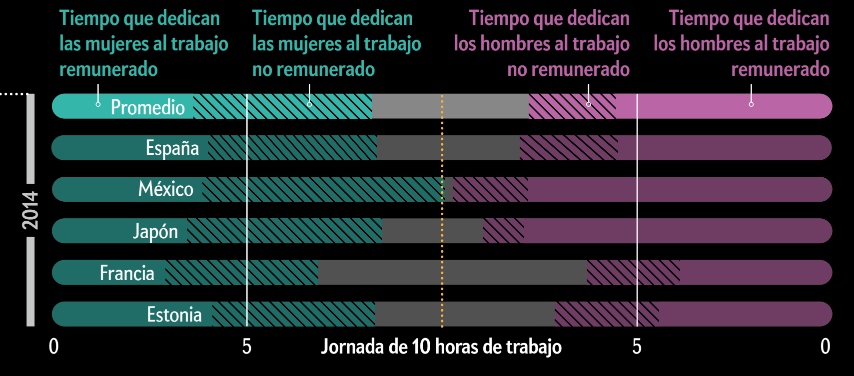
ESCAÑOS EN EL GOBIERNO

Aunque conforman alrededor del 50 por ciento de la ciudadanía, las mujeres están manifiestamente infrarrepresentadas en los órganos de gobierno. Esta gráfica, que recoge los datos de 44 países, muestra la proporción media de escaños femeninos en los parlamentos nacionales.



TRABAJO NO REMUNERADO

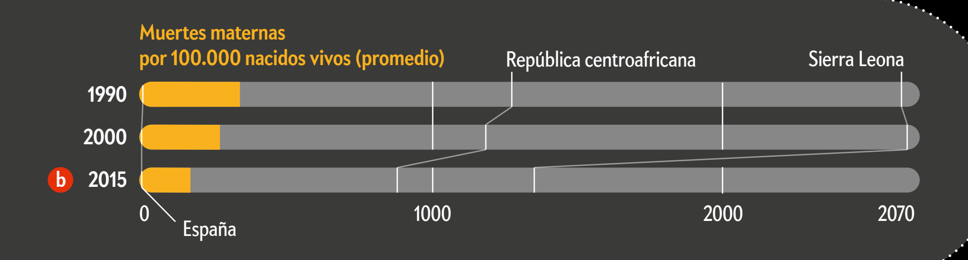
Las mujeres dedican más tiempo diario a trabajar que los hombres, pero, en comparación, un alto porcentaje de este trabajo no es remunerado. Tareas como el cuidado de los niños y las labores domésticas contribuyen al desequilibrio patente en esta gráfica, que reúne datos de 29 países.



AVANCES RECIENTES

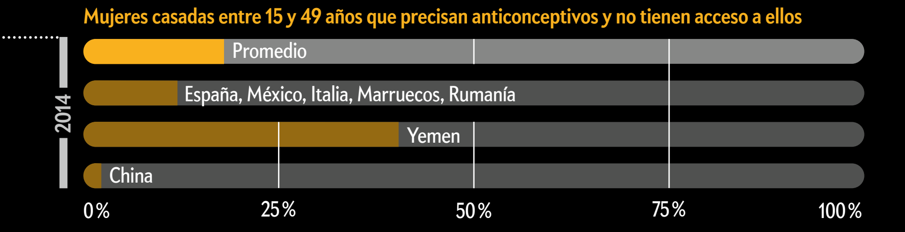
MORTALIDAD MATERNA

Datos de 181 países y territorios muestran que, en general, el índice de mortalidad femenina por causas relacionadas con el embarazo y el parto ha descendido sin cesar en las últimas décadas. Con todo, el índice se mantiene alto en muchos países en vías de desarrollo.



ANTICONCEPCIÓN

Datos de 120 países indican que, a escala mundial, alrededor del 18 por ciento de las mujeres casadas entre los 15 y los 49 años necesitan anticonceptivos pero no tienen acceso a ellos.



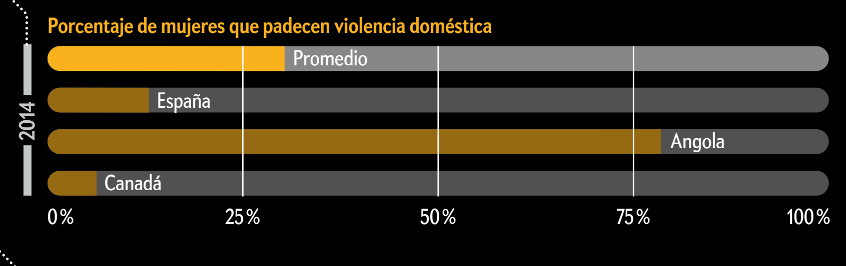
PERMISO PARENTAL REMUNERADO

Las mujeres asumen la mayor parte de los cuidados de los niños, en especial durante la infancia. La mayoría de los Gobiernos nacionales estipulan cierto tiempo libre remunerado para los nuevos progenitores, según los datos de 160 países. En los países donde no existen tales prestaciones (entre ellos, EE.UU.) el cuidado infantil recae excesivamente sobre las madres.



VIOLENCIA DOMÉSTICA

Los datos de 103 países revelan que un alto porcentaje de mujeres sufre violencia física o psíquica a manos de su pareja en algún momento de su vida.



ACCESO AL ABORTO

Abortar sigue siendo ilegal o está restringido en la mayoría de los 160 países representados aquí. Las restricciones de acceso al aborto varían: desde los límites de gestación (como la prohibición de abortar después de las 20 semanas) hasta leyes que solo lo permiten en los casos de violación o incesto, o cuando peligra la vida de la madre.



ASUNTOS QUE AFECTAN PRINCIPALMENTE A LAS MUJERES

a El pequeño territorio neozelandés de Tokelau es uno de los pocos lugares del mundo donde, de promedio, las novias son ligeramente mayores que los novios; la edad media de matrimonio ronda los 28 años en las mujeres y los 27 en los varones.

b La tasa de mortalidad materna en España está muy por debajo de la media mundial. En México es superior, pero ha disminuido en los últimos años: de 90 muertes por 100.000 nacidos vivos en el año 1990, a 38 por 100.000 en 2015.

c Los médicos suelen recomendar que las madres que han dado a luz amamanten a sus hijos durante el primer semestre de vida, lo que convierte este período en el mínimo lógico para la baja maternal remunerada.

FUENTES: ESTUDIO DE AMANDA HOBBS; DPTO. DE ASUNTOS ECONÓMICOS Y SOCIALES DE NACIONES UNIDAS (*datos de matrimonios*); ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (*datos de mortandad materna*); BANCO MUNDIAL (*datos sobre permisos parentales*); ORGANIZACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA COOPERACIÓN ECONÓMICA (*datos sobre brecha salarial, educación, trabajo pagado/no pagado, anticoncepción, violencia doméstica y aborto*); AMANDA MONTAÑEZ (*gráficos*)

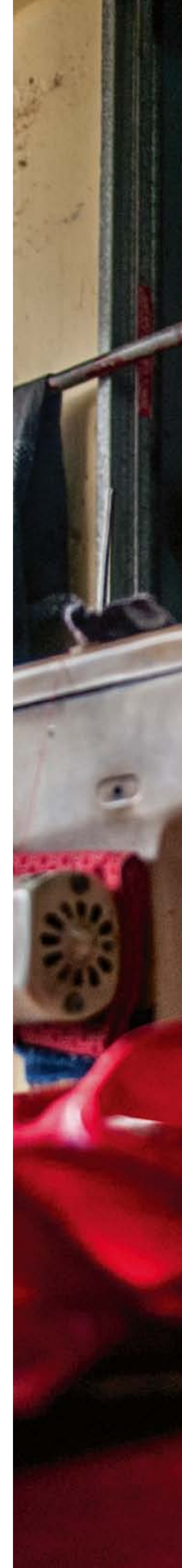
LA MARGINACIÓN ECONÓMICA DE LAS MUJERES

El acceso de las mujeres al mercado de trabajo redunda en beneficio de todos. ¿Por qué cuesta tanto superar las barreras que coartan sus oportunidades?

ANA L. REVENGA Y ANA MARÍA MUÑOZ BOUDET

A LO LARGO DE LOS ÚLTIMOS CINCUENTA AÑOS, LAS MUJERES Y LAS NIñas de los países en desarrollo han logrado enormes progresos. Multitud de datos corroboran esta tendencia. La esperanza de vida al nacer pasó de 54 años en 1960 a 72 en 2008. En el mismo período, hemos visto el mayor descenso de natalidad jamás registrado en el globo. Tales cambios reflejan avances para las mujeres en numerosos frentes: educación, empleo, salud reproductiva y toma de decisiones, todo lo cual ha ocurrido en el mundo en desarrollo más deprisa de lo que lo hiciera en las naciones que hoy son ricas. La India tardó 44 años, e Irán solo 10, en pasar de seis a tres nacimientos por mujer. En EE.UU., en cambio, la misma transición requirió 123 años. Hoy, dos tercios de los países han alcanzado la paridad de género en la participación en educación primaria, y en más de un tercio hay más chicas que chicos en la escuela. En lo que constituye una inversión asombrosa de las pautas históricas, hoy las mujeres dan cuenta de la mayoría de los titulados universitarios. Y en las últimas tres décadas se han incorporado al mercado laboral más de 500 millones de mujeres, lo que implica que, en la actualidad, la población femenina da cuenta de cuatro de cada diez trabajadores en el mundo.

En medio de todo este progreso, sin embargo, las brechas que aún subsisten se resisten a cerrarse. Aunque, en conjunto, las mujeres viven más que los hombres, en algunas zonas, como el África subsahariana, la probabilidad de que mueran al dar a luz resulta tan elevada como lo era para las mujeres del norte de Europa en el siglo XIX, antes de la introducción de los antibióticos. La población femenina es aún minoría en los puestos de poder en la política o la empresa. Y, aunque muchas de ellas trabajan hoy a cambio de un salario, su talento, capacidades y educación se siguen apreciando de forma distinta que los de los hombres.



EDWIN REMSBERG, GETTY IMAGES *(mercado en Suazilandia)*



CERRAR LA BRECHA DE GÉNERO en el empleo haría que la productividad aumentase un 12 por ciento en el África subsahariana.

Tales injusticias resultan indignantes. Enfrentarse a ellas supone abordar a la vez un problema de derechos humanos y un objetivo clave del desarrollo. Y, al igual que el desarrollo se traduce en menos pobreza y en servicios más accesibles para todos, con él crecen las libertades. Facilita aprovechar las oportunidades y elegir una trayectoria vital. Para nosotras, perseguir la igualdad de género (y, en concreto, que las mujeres puedan acceder a actividades que les generen ingresos) es una estrategia que por sí misma contribuye al desarrollo, no solo al revés.

Cerrar por completo la brecha de bienestar entre ambos sexos requiere actuar en el momento oportuno y de forma específica e intencional. Hay unas pocas formas básicas de hacerlo. En primer lugar, eliminando las barreras que hoy impiden que las mujeres aprovechen las oportunidades económicas igual que los hombres; ello aumentaría la productividad y, por tanto, los ingresos para todo el mundo. Segundo, mejorando la educación, la salud y, en líneas generales, la capacidad de las mujeres para actuar con independencia, lo que mejoraría la vida tanto de las madres como la de sus hijos e hijas. Por último, aumentando la representación femenina en los puestos de poder, lo que reorienta la política y el gasto hacia el saneamiento, la escolarización y la salud. Sin embargo, promover estas líneas de acción resulta mucho más difícil que identificarlas.





LOS SECTORES MUY «FEMINIZADOS», como la agricultura y la enseñanza, suelen ofrecer sueldos menores. En todos los sectores, los hombres siguen ganando más que las mujeres que ocupan los mismos puestos, aun cuando se tienen en cuenta la edad y el nivel educativo.

EDWIN REMSBERG, GETTY IMAGES (*plantación de café en Costa Rica*); A. MAJEED, GETTY IMAGES (*escuela femenina en Pakistán*)

EN SÍNTESIS

Mejorar el acceso de las mujeres a la actividad económica, la educación y la libertad reproductiva conduce a un mayor bienestar para todo el mundo.

Las últimas décadas han conocido notables progresos en la reducción de las brechas de género, sobre todo en los países en desarrollo. Sin embargo, aún existen disparidades persistentes.

Los programas más prometedores son aquellos que abordan ciertas normas sociales profundamente instauradas, por lo que deberían intensificarse y expandirse.

UNA BRECHA PERSISTENTE

La desigualdad en el disfrute de oportunidades económicas constituye uno de los mayores obstáculos hacia el progreso. Este problema se da en todos los países, ricos y pobres, y en todas las actividades económicas, desde la agricultura hasta la iniciativa empresarial.

La primera piedra en el camino es meramente la barrera de entrada: las mujeres han de acceder al espacio económico para participar en él. Aunque la fuerza laboral femenina ha crecido de forma notable en la mayor parte de mundo, en todos sitios puede verse una brecha entre la participación de hombres y mujeres. En Oriente Próximo y el norte de África, esa diferencia asciende a 53 puntos porcentuales. Y aunque las mujeres logren atravesar dicha barrera, lo más probable es que tengan que competir cuesta arriba. A las agricultoras les resulta más difícil conseguir abonos, maquinaria y variedades mejoradas de semillas, así que suelen obtener menores rendimientos. Las emprendedoras, por su parte, tienen menor acceso al capital y al crédito. En ocasiones se debe a que es menos probable que posean tierras u otros activos requeridos como aval; en otras, a que las solicitudes exigen que firme también un hombre o a que los bancos asignan un riesgo mayor a las mujeres que a los hombres. Ello conduce a que los negocios regentados por mujeres sean con frecuencia menos rentables, lo que crea un círculo vicioso que cuesta romper. Cuando se corrigen estas dificultades, la productividad general aumenta de manera impresionante. Según un estudio reciente, cerrar la brecha de género en la iniciativa empresarial aumentaría un 12 por ciento la productividad y los ingresos del África subsahariana, y en un 38 por ciento los de Oriente Próximo y el norte de África.

Incluso en países como EE.UU. y Canadá, donde la brecha de participación laboral puede caer por debajo del 15 por ciento, hay otros factores que dificultan la igualdad. Los hombres y las mujeres tienden a concentrarse en sectores económicos diferentes; por ejemplo, es más probable que ellas trabajen en educación y servicios sociales y que ellos lo hagan en construcción y transportes. Sin embargo, lo que no salta tanto a la vista es que, en cualquier sector, las mujeres suelen cobrar menos. Por ejemplo, suelen ser maestras, enfermeras y administrativas en vez de directoras, doctoras y jefas. Hasta las empresarias suelen concentrarse en sectores tradicionalmente femeninos, como la producción de alimentos o de ropa.

Podríamos hablar de las preferencias que las mujeres —y los hombres— sienten quizá por ciertos sectores, pero tales pautas no son fruto del azar. El problema radica en que tales «preferencias» reflejan la influencia de todo tipo de ideas y normas relativas al «trabajo femenino» y al «masculino», así como otros atributos asociados al género, como la suposición de que ellas son mejores cuidadoras y que ellos se adaptan mejor al trabajo físico pesado. El aspecto clave es que en los sectores muy «feminizados» se tiende a cobrar menos. Y, por supuesto, la brecha de género en los salarios es bien conocida: en el mun-

do, una trabajadora gana, de media, 81 céntimos por cada dólar que recibe un trabajador. En Jordania y Costa de Marfil esa diferencia asciende al 80 por ciento. Pero las naciones ricas no son una excepción, desde el 5 por ciento de Nueva Zelanda hasta el 36 por ciento de Corea del Sur. Esta brecha se debe en parte a la diferente posición económica que ocupan hombres y mujeres; sin embargo, incluso cuando se tienen en cuenta características como el nivel educativo, el sector y la edad, lo que en principio debería igualar a trabajadores y trabajadoras, la brecha de ingresos persiste. Las maestras rurales de Pakistán, por ejemplo, ganan un 30 por ciento menos que los maestros. Entender las enraizadas normas sociales que se esconden tras estas brechas —y enfrentarse a ellas— constituye la clave para cerrarlas.



Ana L. Revenga es jefa adjunta de los economistas del Grupo del Banco Mundial. En sus 24 años de profesión ha dirigido los trabajos de esta institución en materia de pobreza e igualdad.



Ana María Muñoz Boudet es científica social de la Práctica Global de Pobreza y Equidad, del Grupo del Banco Mundial, donde trabaja en la unidad de Mente, Comportamiento y Desarrollo.

TERCAS NORMAS SOCIALES

Una de las causas principales del menor nivel de ingresos y productividad de la población femenina se halla en las restricciones a las que está sometido el tiempo de las mujeres. Estas dedican una parte mucho mayor del día que los hombres a cuidar de otros y a las labores domésticas, lo que significa que tienen menos tiempo para el trabajo retribuido. Tales diferencias obedecen a normas sociales muy enraizadas. Lo más asombroso, sin embargo, es que esas normas, y por tanto las pautas del uso del tiempo, no cambian ni siquiera cuando las mujeres se hacen con una parte del mercado laboral. En Ghana, una esposa sigue haciendo más del 80 por ciento de las tareas del hogar aunque sea ella quien aporte el 100 por cien de los ingresos. Tales desequilibrios se dan en todas partes, también en el mundo desarrollado. Incluso en los lugares más progresistas, esa pauta refleja determinadas suposiciones acerca de la división de papeles, lo cual se achaca a razones naturales y biológicas en lugar de culturales. En consecuencia, vivimos como si las cosas tuviesen que ser así. Los efectos pueden verse por doquier en el funcionamiento de las sociedades, los hogares y los mercados. No hay más que fijarse en los horarios escolares, incompatibles con una jornada laboral completa, o en las leyes que permiten que las madres, pero no los padres, empleen días de baja para cuidar de un hijo enfermo. Romper estas pautas requiere tumbar expectativas que se dan por sentadas.

Por desgracia, las medidas con que se han abordado las restricciones de tiempo no se han enfrentado a esas normas, sino que se han limitado a esquivarlas. Y, aunque se han logrado resultados prometedores, aún carecemos de una solución completa. El ejemplo más conocido lo hallamos en las mejoras relativas a las guarderías y las bajas de maternidad y paternidad. Como cabría esperar, ampliar la disponibilidad de guarderías y centros de preescolar conduce, en todos los países, a una mayor participación de la mujer en el mercado laboral. Mejorar el acceso a las guarderías (localización, horas de atención), hacerlas más asequibles (reduciendo tanto los costes directos como los asociados) y aumentar su capacidad (eliminando las listas de espera e incluyendo diferentes edades) ejerce un impacto positivo en el compromiso laboral de las madres.

Abundan las pruebas de que tales medidas suelen aliviar las restricciones de tiempo de las madres trabajadoras. A principios de los años noventa, Argentina se embarcó en un programa que, en siete años, creó 175.000 plazas de preescolar. Conforme la iniciativa progresaba, se observó un aumento de entre el 7 y el 14 por ciento en el empleo de las madres. Lo más notable es que esos efectos positivos se dan también cuando la preescolarización es solo a tiempo parcial.

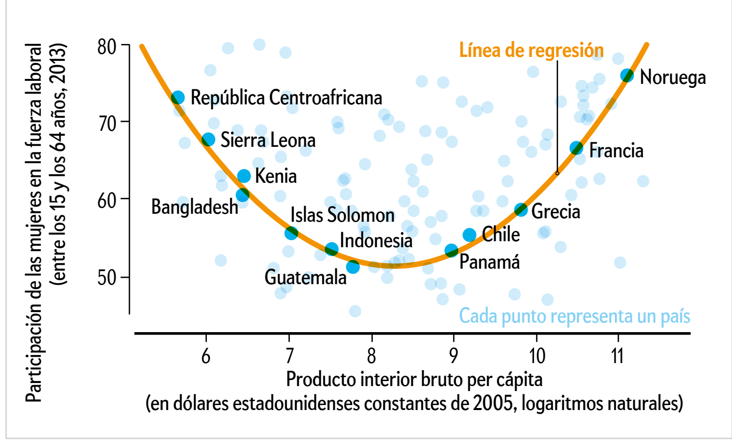
Sin embargo, medidas como ampliar la baja por maternidad y añadir la de paternidad no siempre han tenido tanto éxito. En Alemania, la expansión de la regulación y la cobertura de las bajas por maternidad hizo que más mujeres volviesen a trabajar en la misma empresa en la que lo hacían antes de dar a luz. Pero cuando, en 1990, la vecina Austria aumentó la baja de maternidad de un año a dos, el porcentaje de mujeres que más tarde se reincorporaban al mundo laboral se redujo de manera considerable.

Otro caso de interés lo hallamos en los países escandinavos, que dan incentivos a los hombres para que asuman parte del trabajo que conlleva el nacimiento de un hijo. Cuando tales medidas se implantaron en Suecia, los varones rara vez se valieron de esa posibilidad. Pero, cuando la baja se les concedió específicamente para esa finalidad y de forma no transferible, los padres comenzaron a pasar más tiempo con sus hijos. Varios estudios han mostrado que, con el tiempo, esos hombres siguen estando muy implicados en la educación de la prole, si bien

MUJERES Y DESARROLLO ECONÓMICO

Curva laboral

La participación de las mujeres en el mercado laboral tiende a ser elevada en las primeras fases del desarrollo económico, cuando los países son pobres y los hogares no pueden permitirse que alguien no trabaje. Una gran parte del empleo se dedica a la producción agrícola. Con la industrialización aumentan los ingresos de las familias, el empleo cambia y muchas mujeres dejan de trabajar. Una vez que las naciones se transforman en economías de servicios modernas, las mujeres vuelven al trabajo, pero en espacios económicos diferentes de los de los hombres.



FUENTE: ANA MARÍA MUÑOZ BOUDET (*datos procedentes de los Indicadores de Desarrollo Mundial, Banco Mundial*); JEN CHRISTIANSEN (*gráfica*)

cuando la baja termina comienzan a abandonar poco a poco otras tareas domésticas.

De igual modo, las diferencias en capital humano suelen tener su influencia en las trayectorias profesionales de las mujeres. La raíz del problema no está en que haya una diferencia de capacidades o de rendimiento entre los sexos, sino en cuánto se invierte en las mujeres en su calidad de trabajadoras y en cómo se las valora como tales. En los países en desarrollo, esas disparidades se manifiestan en el acceso a la educación y en que se llegue a completarla. En naciones más desarrolladas, donde la cualificación educativa es mayor y tanto hombres como mujeres asisten a la universidad en grandes números, las diferencias de género se dejan ver en los campos de estudio. En EE.UU., por ejemplo, las mujeres representan menos de un 35 por ciento de los titulados en disciplinas científicas y técnicas, pese a que suman el 60 por ciento de los licenciados universitarios.

Cuando se trata de salvar las diferencias de capital humano entre hombres y mujeres, los Gobiernos deben ir más allá de la educación tradicional e invertir en la capacitación, los períodos en calidad de aprendizas y otras medidas laborales. Las jóvenes que buscan empleo constituyen un objetivo importante. Un ejemplo notable nos lo dan los programas para jóvenes implantados en América Latina en los primeros años del siglo xxi, los cuales abarcaban una combinación de formación profesional, pasantías e incentivos a las empresas para que abandonasen los sesgos a la hora de contratar mujeres —y hombres— jóvenes. Allí donde se han aplicado, tales programas han aumentado la probabilidad de que las jóvenes encuentren un empleo y ganen mejores salarios.

Pero el empeño en trasladar las lecciones de los programas de jóvenes a otros entornos ha dado resultados desiguales. En Malawi, la evaluación de una iniciativa similar de formación profesional encontró que las obligaciones familiares limitaban la participación de las mujeres. En el programa piloto Nuevas Oportunidades para las Mujeres, en Jordania, participaron más de mil mujeres jóvenes de centros de educación continua. La demanda fue muy elevada: muchas de ellas lograron completar su formación profesional y la mitad encontraron trabajo gracias a unos bonos que, para subsidiar sus salarios, se entregaban a las empresas que las contrataban. Pero los efectos fueron efímeros, y no se observaron cambios en el empleo ni en los sueldos. Una vez más, parece que las normas sociales y los puntos de vista de los empresarios acerca de las mujeres impidieron que se repitiera la iniciativa.

El tercer causante de la desigualdad de género en las oportunidades económicas es lo que de ordinario llamaríamos discriminación: el trato que reciben las mujeres por parte de los mercados y las instituciones. Cuando un sector da trabajo a pocas mujeres, los empleadores pueden mantener creencias sesgadas acerca de su cualificación. Quizá sean reacios a contratarlas a causa de los costes laborales adicionales, como los que conlleva una baja por maternidad, o



LAS RESTRICCIONES que sufren las mujeres en el uso de su tiempo persisten en todos los países, tanto en los ricos como en los pobres.

quizá den por sentado que no son ellas quienes proporcionan el principal sustento a sus familias, por lo que su motivación será menor. Una serie de estudios que han comparado las reacciones de los empleadores ante currículums de mujeres y hombres por lo demás idénticos han encontrado claras pruebas de discriminación a la hora de contratar. Además, en el acceso a un puesto de trabajo suelen intervenir redes que diferencian según el género: cuando las mujeres están menos representadas en una ocupación, es menos probable que se enteren de nuevas oportunidades y que puedan encontrar a quienes las asesoren. En numerosos países, los anuncios laborales que diferencian por género y los criterios de selección sesgados son todavía comunes. Asombra que, en 174 de los 189 países incluidos en la base de datos Mujeres, Negocios y Derecho, los empresarios no tengan prohibido preguntar a los solicitantes de empleo sobre su situación y planificación familiares.

También las instituciones gubernamentales tratan a hombres y mujeres de forma distinta, lo que a menudo perjudica a la población femenina. En dos tercios de los países, las mujeres no pueden hacer los mismos trabajos que los hombres. Muchas de las naciones que fueran soviéticas son particularmente restrictivas. En Rusia existen 460 ocupaciones prohibidas para las mujeres: no pueden trabajar en las siderúrgicas, en los pozos de petróleo, como bomberas ni como conductoras de autobús. Otros países requieren que la mujer obtenga el permiso de un hombre para aceptar un trabajo, abrir una cuenta bancaria o llevar un negocio. En Chile, los maridos tienen el derecho exclusivo de administrar el patrimonio de la pareja, con independencia de cuál de los dos haya contribuido a él con sus ingresos o sus ahorros. En Pakistán, una mujer casada no puede registrar un negocio de la misma manera que un hombre. En Mongolia las mujeres no pueden trabajar de noche. En Yemen un marido puede oponerse a que su esposa trabaje.

Estos tres tipos de diferencias (en el cuidado de las personas y el desempeño de las labores domésticas, en las inversiones de capital humano y en el trato que reciben por parte de los mercados y las instituciones) no solo coartan la igualdad de oportunidades, sino que suelen hacerlo de maneras que se refuerzan entre sí. Dedicar mucho más tiempo al cuidado de terceros y al trabajo doméstico puede

THOMAS TRUTSCHEL, GETTY IMAGES (*granja en Bangladesh*)

impulsar a las mujeres a elegir ocupaciones con una mayor flexibilidad horaria, pero que las atraparán en unos emolumentos menores. Esto es especialmente cierto si las opciones formales de empleo incorporan restricciones al trabajo a tiempo parcial, como es el caso en numerosos países en desarrollo. Saber de antemano que será difícil conseguir un trabajo —y encajar en él— en campos dominados por hombres, como la ingeniería y la construcción, puede desanimar a muchas mujeres jóvenes a adquirir la formación necesaria para ello. Y las repetidas experiencias de discriminación en las solicitudes y contrataciones laborales pueden empujar a muchas mujeres al autoempleo informal o incluso desalentar por completo su participación en el mercado de trabajo, con lo que el ciclo de la desigualdad comienza de nuevo.

AFINAR LAS SOLUCIONES

¿Por qué, si hemos podido identificar con claridad las raíces de las brechas de género en el empoderamiento económico, el cambio se sigue resistiendo tanto? En primer lugar, la multiplicidad de factores requiere numerosas acciones coordinadas hacia el mismo fin. Y, dado que la naturaleza, la estructura y el funcionamiento de los mercados, instituciones y normas varían ampliamente de unos países a otros, implantar medidas universales es imposible. Como hemos indicado, ciertas estrategias que han resultado exitosas en un contexto pueden enfrentarse a una resistencia considerable en otro.

No obstante, hay algunos principios generales que han demostrado ser clave. Para que sean efectivas, las medidas han de encarar los múltiples factores que subyacen a las brechas de género. Es decir, en vez de tratar de esquivarlas, deben abordar de manera directa las restricciones que padecen las mujeres en el uso del tiempo, las cuales obedecen a unas normas sociales que diferencian entre géneros en lo relativo al cuidado de otras personas y las tareas domésticas. Para aumentar la productividad, han de colmar las brechas en información, formación y acceso a las redes profesionales que limitan las oportunidades de las trabajadoras asalariadas, las agricultoras y las empresarias. Y han de ayudar a construir un terreno de juego que no perjudique a las mujeres en los mercados y las instituciones, lo que requiere hacer frente a las preferencias discriminatorias.

Existe un ejemplo prometedor de una intervención de esa naturaleza. El programa Empoderamiento y Medio de Vida para Adolescentes, ejecutado en Uganda por la ONG Construir Recursos Mediante las Comunidades, proporcionó a mujeres jóvenes de entre 14 y 21 años conocimientos básicos y formación profesional en «clubes de chicas», los cuales servían, además, como espacio seguro donde las adolescentes podían encontrarse, socializar y entretenerse. En el programa participaron una cuarta parte de las jóvenes de las 100 comunidades seleccionadas para la evaluación, con resultados impresionantes: cuatro años después, tenían un 72 por ciento más de probabilidades de ejercer una actividad generadora de ingresos. Con todo, lo más importante fue que el programa cambió las actitudes y las aspiraciones de las chicas. Por ejemplo, las participantes mostraron una mayor propensión a creer que las mujeres debían ganar dinero para sus familias, al tiempo que disminuyó su preocupación por encontrar un buen trabajo en la adultez. Además, tales cambios contribuyeron a que el número de embarazos adolescentes se redujese en un 34 por ciento y a que el de matrimonios o cohabitaciones precoces bajase un 62 por ciento.

Por otra parte, los agentes encargados de diseñar tales medidas deben aprender de sus propios fallos y aciertos, así como de los ajenos. Para ello, han de articular con claridad en qué consiste una estrategia y cuál es su impacto esperado. Tales iniciativas tienen además que ensayarse y evaluarse del modo adecuado antes de aplicarlas a gran escala. Hay demasiadas intervenciones concebidas para apoyar la igualdad de género que se basan solo en la intuición y en buenas intenciones. Y aunque algunas pueden lograr buenos números (por ejemplo, en la cantidad de mujeres que participan en un programa de educación profesional), muchas no llegan al resultado final que se buscaba, como conseguir que más mujeres se inserten en el mercado de trabajo y que permanezcan en él.

Es necesario expandir e intensificar los programas que muestran un mayor potencial. Y estos no deberían interrumpirse ni siquiera cuando parezca que han conseguido su objetivo: el seguimiento a largo plazo resulta clave, sobre todo cuando lo que se está sometiendo a observación son cambios sociales a la vez que logísticos. El progreso requiere acciones constantes, concertadas y coordinadas para que los mercados, las instituciones y las sociedades como un todo funcionen de manera más equitativa. Cambiar normas que vienen de muy lejos y que atañen al papel de hombres y mujeres tanto en el trabajo como en casa no es tarea sencilla. Los recursos destinados a intervenciones relativas al género compiten con otras prioridades urgentes del desarrollo, como la seguridad alimentaria y la reducción de la pobreza, las cuales pueden no tener efectos específicos en las brechas de género. Por eso, es esencial basarse en tácticas ensayadas y de eficacia probada en vez de inclinarse demasiado por las campañas de opinión y las buenas intenciones. Una mayor igualdad de género puede conseguirse con una combinación de voluntad política y de medidas basadas en pruebas empíricas. Las mujeres y los hombres del futuro saldrán ganando. IyC

MUJERES EN POLÍTICA

Solo unas 20 mujeres en todo el mundo son jefas de Estado o de Gobierno.

Solo un 23 % de los escaños parlamentarios de los distintos países están ocupados por mujeres.

Ruanda tiene la representación femenina más elevada: **61 % de los 80 escaños** de la cámara baja los ocupan mujeres.

FUENTES: HECHOS Y CIFRAS: LIDERAZGO Y PARTICIPACIÓN POLÍTICA, ONU MUJERES, www.unwomen.org/es/what-we-do/leadership-and-political-participation/facts-and-figures (*jefes de Estado y de Gobierno*); WOMEN IN NATIONAL PARLIAMENTS, 1 DE JUNIO DE 2017, UNIÓN INTERPARLAMENTARIA, WWW.IPU.ORG/WMN-E/WORLD.HTM (*escaños parlamentarios*)

PARA SABER MÁS

World development report 2012: Gender equality and development. Banco Mundial, 2012.

Aggregate effects of gender gaps in the labor market: A quantitative estimate. David Cuberes y Marc Teignier en *Journal of Human Capital*, vol. 10, n.º 1, págs. 1-32, primavera de 2016.

Breaking the STEM ceiling for girls. Ana Maria Muñoz Boudet y Ana Revenga en el blog *Future Development*, Brookings Institution, publicado en línea el 7 de marzo de 2017: **www.brookings.edu/blog/future-development/2017/03/07/breaking-the-stem-ceiling-for-girls/**

EN NUESTRO ARCHIVO

Seis mil millones de africanos. Robert Engelman en *IyC*, abril de 2016.

LAS BRECHAS DE GÉNERO EN EL MERCADO LABORAL

Origen y soluciones de un problema que impide aprovechar el talento del 50 por ciento de la población

J. IGNACIO CONDE-RUIZ E IGNACIO MARRA DE ARTÍÑANO

A VECES NOS PREGUNTAN POR QUÉ ES NECESARIO, EN PLENO siglo XXI, hablar de género en el mercado laboral de los países desarrollados. La respuesta, que puede perderse con facilidad en una espiral descendente de explicaciones socioeconómicas, históricas, filosóficas e incluso biológicas, resulta en el fondo relativamente sencilla. Sin emitir ningún juicio de valor, es un hecho que, estadísticamente hablando, el hombre medio en edad de trabajar pasa su tiempo de forma distinta que la mujer media: trabaja más horas de forma remunerada y menos en tareas domésticas, disfruta más del ocio, su sector y ocupación son diferentes y sus condiciones laborales, incluido el salario, resultan mejores.

Sin embargo, las mujeres dan cuenta del 50 por ciento del talento de una población. Sabemos empíricamente que, cuanto mayor es la tasa de participación laboral femenina, más crece el PIB de un país. En el caso de España, el último ciclo de crecimiento económico difícilmente podría explicarse sin la incorporación de la mujer al mercado laboral: en 1985 solo participaba en él el 35 por ciento de la población femenina en edad de trabajar; hoy esa tasa asciende al 68 por ciento, una cifra superior a la media de la UE y mayor también que la de países como Francia, Estados Unidos o Italia.

No obstante, y a pesar de los avances logrados durante las últimas décadas, aún nos encontramos lejos del equilibrio de género. En la actualidad sigue habiendo brechas a favor de los hombres en prácticamente todos los indicadores del mercado laboral: tasa de ocupación, porcentaje de empleo parcial no deseado, retribución salarial, representación en cargos de responsabilidad... Esto supone una pérdida de talento y de crecimiento potencial que ninguna economía se puede permitir. Frente a esta situación, analizar desde un enfoque científico las brechas de género y sus posibles causas resulta clave para tomar medidas que promuevan la igualdad entre géneros en todos los ámbitos.

EN SÍNTESIS

Las brechas a favor de los hombres afectan a todos los indicadores del mercado laboral, desde la tasa de ocupación y el porcentaje de empleo parcial hasta la retribución salarial y la representación en cargos de responsabilidad.

Las investigaciones apuntan a cuatro causas principales: históricas, las relacionadas con los estereotipos, las debidas a los procesos de selección y las que atañen a las diferencias de comportamiento entre hombres y mujeres.

Un análisis de la situación sugiere distintas soluciones: entre ellas, garantizar la educación infantil de 0 a 3 años, extender los permisos de paternidad o imponer un sistema de cuotas en puestos de liderazgo.

DOBLE TURNO

Antes de analizar las causas y las posibles soluciones, será de utilidad esbozar un resumen meramente descriptivo de las diferencias laborales entre hombres y mujeres. Por concreción usaremos sobre todo datos referentes a España, si bien varios de ellos se hallan en consonancia con los de otros países de nuestro entorno. Buena parte de los resultados que expondremos a continuación proceden del informe *Brechas de género en el mercado laboral español*, elaborado el año pasado por los autores de este artículo.

Como comentábamos más arriba, en las tres últimas décadas la tasa de participación laboral femenina se ha duplicado en nuestro país. Esta evolución puede atribuirse en gran parte al descomunal aumento en el nivel educativo medio de las mujeres: mientras que en 1990 solo el 12 por ciento de las que contaban entre 25 y 50 años tenían estudios universitarios, hoy esa cifra supera el 43 por ciento. De hecho, en todos los grupos generacionales por debajo de los 50 años, las mujeres gozan de un nivel educativo medio superior al de los hombres, una diferencia que crece a medida que consideramos grupos de población cada vez más jóvenes. A ello hay que sumar otros factores, como la deriva de nuestras economías hacia el sector de servicios o la progresiva automatización de ciertas tareas. Esto último ha ejercido un efecto más acusado sobre las ocupaciones basadas en tareas físicas, lo que ha favorecido la paulatina incorporación de la mujer al mercado laboral.

Al mismo tiempo, nuestra sociedad ha experimentado un enorme descenso de la natalidad, así como varios cambios relacionados con el ejercicio de las labores domésticas. El marco teórico con el que suele analizarse desde las ciencias sociales la relación entre la participación laboral femenina, la natalidad y las tareas del hogar entiende la unidad familiar como una pequeña «planta de producción» de bienes domésticos. Así vista, la decisión que toman los miembros de un hogar con respecto a trabajar en casa o hacerlo fuera obedece a un proceso que, entre otros factores, tiene en cuenta tanto el salario en términos absolutos (cuánto se gana) como en términos relativos (quién gana más y cuánto más). Siguiendo este análisis —claramente simplificado—, el incremento en el porcentaje de mujeres trabajadoras puede deberse a la automatización de parte de las tareas del hogar; a un aumento en el nivel salarial general (dado que entonces el empleo remunerado pasa a ser más atractivo para todos); o a una disminución en la brecha salarial entre hombres y mujeres. En particular, existen importantes pruebas empíricas que relacionan el descenso en número de horas necesarias para efectuar el trabajo doméstico en el hogar medio y el aumento de la participación femenina en el empleo remunerado. Este fenómeno resulta especialmente notorio en las primeras etapas de incorporación de la mujer al mercado laboral, como ocurrió en EE.UU. entre 1950 y 1965 o en España en la década de los ochenta.

Pero ¿cómo se reparte el trabajo doméstico? Si comparamos la situación en distintos países europeos entre los años 2000 y 2010, vemos que existe una clara correlación entre la diferencia en la tasa de actividad laboral de hombres y mujeres (es decir, el porcentaje de la población en edad de trabajar que tiene un empleo o que lo busca activamente) y la diferencia en el número de horas que cada grupo dedica al trabajo doméstico no remunerado. En líneas generales, aquellos países con una mayor participación de las mujeres en el mercado laboral tienden a mostrar menores diferencias en el reparto de las tareas domésticas. Sin embargo, la brecha en la distribución de los trabajos del hogar se cierra mucho más despacio que la asociada al empleo remunerado. Es decir, aun en aquellos casos en los que las mujeres gozan de una tasa de actividad laboral casi igual a la de los hombres, son ellas quienes siguen ocupándose de la mayoría de las tareas domésticas. Esta situación da lugar a un «doble turno» que puede tener un fuerte impacto sobre la natalidad, debido a las considerables responsabilidades asociadas al cuidado infantil.

Este es el caso de España, donde ambas brechas se han reducido de forma importante entre los años 2000 y 2010. Pese a ello, las mujeres continúan realizando de media 2,5 horas más al día de tareas domésticas (incluido el cuidado de niños y otras personas dependientes) que los hombres. Esas 2,5 horas de diferencia las emplean los hombres en 90 minutos más de trabajo remunerado y en una hora más de tiempo libre.

Otra estadística que pone de relieve las diferencias relativas al empleo remunerado y las labores domésticas es la que hace referencia a la situación de parejas heterosexuales con y sin hijos. Tomando datos de 2014 en España, las diferencias entre hombres con y sin descendencia son insignificantes: en ambos casos, el 75 por ciento de los varones trabaja a tiempo completo, algo menos del 5 por ciento lo hace a tiempo parcial y el 20 por ciento restante no trabaja.

En lo que respecta a las mujeres, en cambio, observamos una diferencia considerable en el estatus laboral de los distintos grupos. Entre las que no tienen hijos, el 60 por ciento trabaja a tiempo completo y el 12 por ciento lo hace a tiempo parcial. Pero, entre aquellas con descendencia, el porcentaje con empleo a jornada completa desciende 20 puntos, hasta aproximadamente el 40 por ciento; al mismo tiempo, se observa un aumento de unos 5 puntos en el trabajo a tiempo parcial y de unos 15 en el porcentaje de mujeres sin empleo remunerado. Si bien este análisis no tiene en cuenta que las mujeres con y sin hijos pertenecen a grupos diferentes y que, como tales, no pueden compararse de forma directa, sí nos muestra con claridad que existe una fuerte correlación entre maternidad y estatus laboral que no se percibe en el caso de la paternidad.

SEGREGACIÓN LABORAL

Por otro lado, si atendemos a los puestos de trabajo, vemos que existe una clara segregación laboral en términos del sector profesional y de la ocupación



José Ignacio Conde-Ruiz es profesor titular de economía en la Universidad Complutense de Madrid y subdirector de la Fundación de Estudios de Economía Aplicada (FEDEA). Ha trabajado en la Oficina Económica del Presidente del Gobierno como director general de política económica (2008-2010), así como consultor externo del Banco Mundial.



Ignacio Marra de Artíñano cursa el máster de economía en la Universidad de Oxford y actualmente se encuentra en una estancia temporal en la Comisión Económica para Asia y el Pacífico de las Naciones Unidas. Junto con Conde-Ruiz, es autor del informe de FEDEA *Brechas de género en el mercado laboral español*, uno de los análisis más completos realizados hasta la fecha sobre la situación laboral de la mujer en España.

que desempeñan hombres y mujeres. En España, más del 60 por ciento de las personas en ocupaciones elementales (aquellas que no requieren ningún tipo de cualificación) son mujeres, así como algo menos del 60 por ciento de los comerciales y los trabajadores en servicios. El porcentaje en profesiones técnicas (40 por ciento), trabajadores cualificados del sector primario (19 por ciento) y operarios (13 por ciento) es muy inferior. Por otro lado, y de forma preocupante, solo el 31 por ciento de los directivos son mujeres, cifra en la misma línea que la fracción de empleadores (30 por ciento) y que prácticamente no se ha incrementado en los últimos 20 años, a pesar del notable aumento en la proporción de mujeres con estudios superiores.

Encontramos también grandes diferencias sectoriales: los hombres son minoría en el sector sanitario y de trabajo social (23 por ciento), en educación (33 por ciento), el sector inmobiliario (44 por ciento) y las actividades administrativas (44 por ciento), pero representan una clara mayoría en áreas como las tecnologías de la información y la comunicación (67 por ciento), las manufacturas (77 por ciento), la provisión de agua, gas y electricidad (78 por ciento), el transporte (81 por ciento), la minería (86 por ciento) y la construcción (91 por ciento). Es importante destacar que tanto estas diferencias sectoriales como las relativas a la ocupación son fenómenos extendidos en todos los países de Europa occidental, con diferencias nacionales relativamente pequeñas.

¿Y qué ocurre con las condiciones del empleo en sí? Antes de analizar este aspecto habremos de hacer primero una pequeña introducción a la estructura del mercado de trabajo en nuestro país. España se caracteriza por tener un mercado laboral muy volátil, con episodios alternados de fuerte destrucción de empleo y otros de absorción del trabajo destruido, así como por tasas muy elevadas de desempleo y temporalidad. Estos dos últimos fenómenos se hallan fuertemente relacionados, dado que en España el contrato temporal se ha usado con frecuencia como herramienta de ajuste cíclico: se contrata plantilla temporal en las épocas de bonanza, la cual se despide o no se renueva cuando la economía entra en período recesivo.

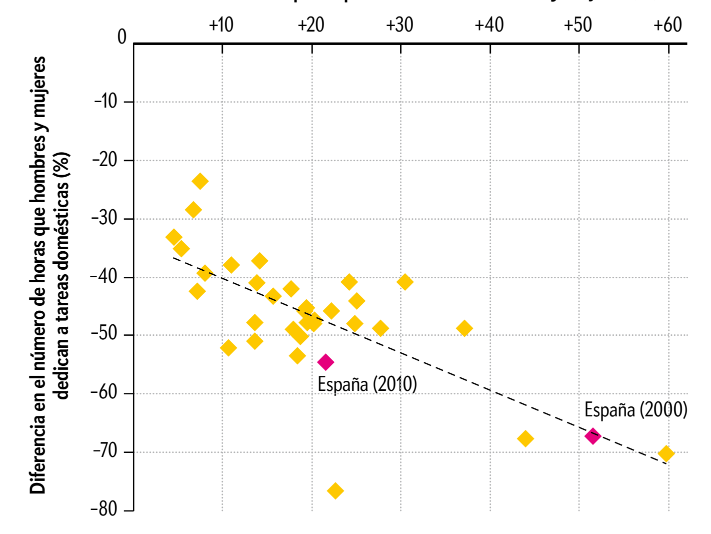
De forma paralela, existe un serio problema de productividad laboral estancada (compartido con una buena parte de Europa) y un marco de contratación y promoción laboral poco flexible. Ello desemboca en un doble problema de «emparejamiento»: por un lado, entre las habilidades demandadas por empleadores y las ofrecidas por trabajadores; y, por otro, entre las condiciones laborales deseadas por estos últimos y las ofrecidas por los primeros. Una de las consecuencias directas de esta falta de sintonía entre empleadores y trabajadores es que en España apenas hay puestos a jornada parcial, y los que existen adolecen de unas condiciones deplorables tanto en remuneración como en potencial de desarrollo profesional.

¿Qué tiene que ver todo esto con las diferencias de género en nuestro país? Si bien es cierto que la

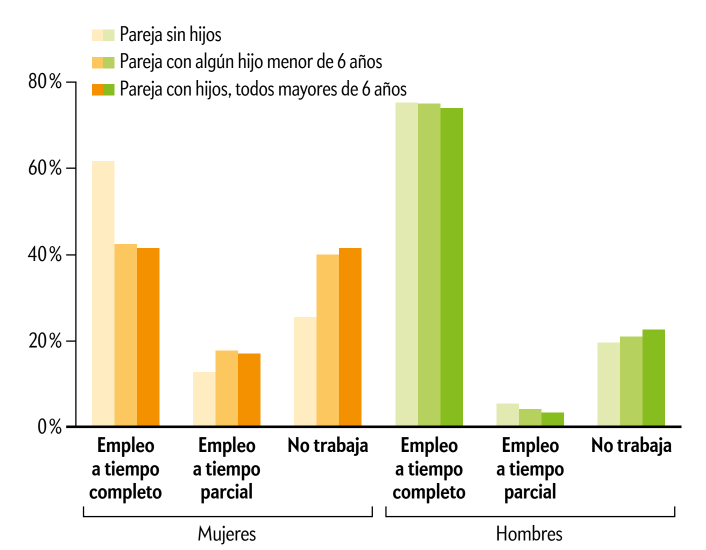
TRABAJO DOMÉSTICO

La brecha de género en casa

Las desigualdades entre hombres y mujeres no se limitan al trabajo remunerado. Aunque la tasa femenina de participación laboral ha aumentado de manera considerable en las últimas décadas, ello no se ha visto acompañado de un reparto proporcional de las tareas domésticas: aun cuando las mujeres trabajan fuera de casa, son ellas quienes siguen ocupándose de la mayoría de las labores del hogar (*arriba*). Al mismo tiempo, el cuidado de los hijos repercute negativamente en el estatus laboral de las mujeres, un efecto que no se observa en el caso de los hombres (*abajo*).



Correlación entre las brechas de género en participación laboral (porcentaje de la población en edad de trabajar que tiene empleo o lo busca activamente) y el número de horas dedicadas a trabajo doméstico no remunerado, obtenida a partir de encuestas sobre uso de tiempo de 18 países europeos en distintos años comprendidos entre 2000 y 2010 (*rombos*). La brecha en la distribución de los trabajos del hogar se cierra mucho más despacio que la asociada al empleo remunerado.



Estatus laboral de hombres y mujeres en parejas heterosexuales españolas cuyos miembros cuentan entre 25 y 49 años, según datos de 2014. Los datos muestran que existe una clara correlación entre la maternidad y el estatus laboral que no se percibe en el caso de la paternidad.

FUENTE: «GENDER GAPS IN THE SPANISH LABOR MARKET», JOSÉ IGNACIO CONDE-RUIZ E IGNACIO MARRA, *STUDIES ON THE SPANISH ECONOMY*, ART. EEE2016-32, FUNDACIÓN DE ESTUDIOS DE ECONOMÍA APLICADA, OCTUBRE DE 2016.

tasa de desempleo española es muy elevada, lo es especialmente en el caso de las mujeres. A finales de 2016, la proporción de desempleo masculino era del 15,3 por ciento, mientras que la del femenino ascendía al 18,7 por ciento. Al mismo tiempo, las mujeres presentan una tasa de temporalidad algo superior (26,9 por ciento frente al 26,0 por ciento en el último cuatrimestre de 2016) y, como sería de esperar dadas las características de nuestro mercado laboral, mayores flujos de creación y destrucción de empleo; es decir, mayor volatilidad laboral.

Aunque antes hemos visto que las mujeres tienen tasas de parcialidad más elevadas, puede argumentarse que ello tal vez obedezca a preferencias personales. Así pues, si lo que deseamos es medir el aspecto negativo del fenómeno, podemos fijarnos en la tasa de parcialidad no deseada; es decir, en el porcentaje de individuos que trabajan a tiempo parcial pero que querrían hacerlo un mayor número de horas.

Los datos revelan que, pese a que el porcentaje de personas que trabajan a jornada parcial en España resulta bastante bajo comparado con el de naciones como Francia o Países Bajos, la tasa de parcialidad involuntaria es de las más elevadas de Europa: por encima del 8 por ciento en el caso de las mujeres, y menos de la mitad (3,4 por ciento) para los hombres. Es decir, en promedio, hay pocos trabajos a tiempo parcial, son de poca calidad y en su mayoría los ocupan mujeres.

LA BRECHA SALARIAL

Concluiremos nuestra radiografía de las diferencias de género en el mercado laboral con una de las cuestiones más polémicas y analizadas: las brechas salariales. Al respecto, es importante diferenciar entre la diferencia salarial ajustada y la no ajustada.

Como hemos visto, el perfil laboral del hombre medio se distancia del de la mujer media en aspectos como el tipo de jornada, ocupación, sector, etcétera, lo que dificulta la comparación de salarios. En este contexto, la brecha de género sin ajustar mide la diferencia porcentual bruta entre los sueldos de hombres y mujeres sin atender a las disparidades que presentan ambos colectivos en términos de características socioeconómicas y del puesto de trabajo. La brecha ajustada, en cambio, intenta tener en cuenta esos factores, con el objetivo de obtener una estimación de las diferencias de remuneración «por el mismo trabajo realizado y por trabajadores con el mismo perfil». En la búsqueda de ese indicador resulta fundamental controlar cuantas variables laborales sea posible. Y aunque siempre existe el riesgo de omitir factores potencialmente relevantes que no pueden observarse de forma directa (como la motivación, la competitividad o la actitud frente al riesgo), la brecha de género ajustada constituye el indicador más fiable del que disponemos a la hora de medir si hombres y mujeres reciben el mismo pago por el mismo trabajo.

Varias de las dificultades mencionadas pueden sortearse si atendemos al salario por hora y nos res-

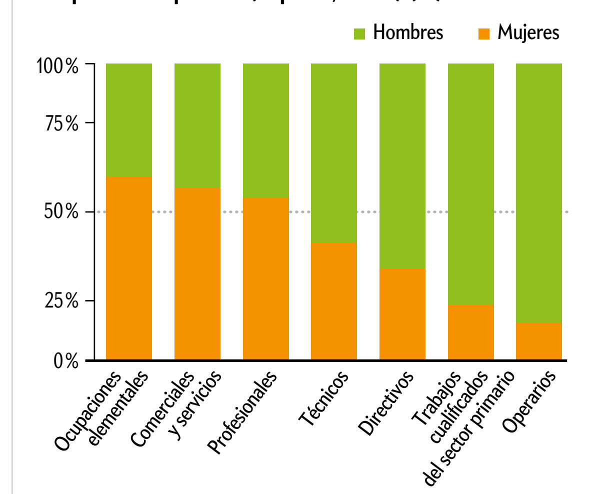
TRABAJO REMUNERADO

Ocupaciones y salarios

Las brechas de género se plasman tanto en el tipo de trabajo que desempeñan las mujeres como en sus condiciones laborales. Si bien el nivel educativo de las mujeres españolas es hoy mayor que el de los hombres, son ellas quienes desempeñan más del 60 por ciento de las ocupaciones que no requieren ninguna cualificación. De igual modo, son los hombres quienes ocupan la mayor parte de los puestos técnicos, directivos y de alta cualificación (*izquierda*).

Las mujeres también cobran menos que los hombres. Este fenómeno no puede explicarse por la desproporción entre ocupaciones ni por la mayor tasa de trabajo a tiempo parcial femenina: incluso en un mismo tipo de ocupación, el salario medio

Distribución de trabajadores por género según el tipo de ocupación (España, 2015) (%)



Brecha salarial de género en salario por hora y por ocupación (España, 2014)

Salario medio por hora de las mujeres	Brecha (%)	Salario medio por hora de los hombres
Ocupaciones elementales	13	
Comerciales y servicios	13	
Profesionales de nivel alto	15	
Directores y gerentes	19	
Profesionales de nivel medio	21	
Personal administrativo	22	
Operarios y artesanos	23	
Operadores maquinaria	29	

FUENTES: ENCUESTA DE POBLACIÓN ACTIVA, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, 2015 (*ocupaciones*); «BRECHAS SALARIALES DE GÉNERO EN ESPAÑA», JOSÉ IGNACIO CONDE-RUIZ E IGNACIO MARRA DE ARTIÑANO EN *ZOOM ECONÓMICO*, N.º 9, FUNDACIÓN ALTERNATIVAS, DICIEMBRE DE 2016 (*brechas salariales*)

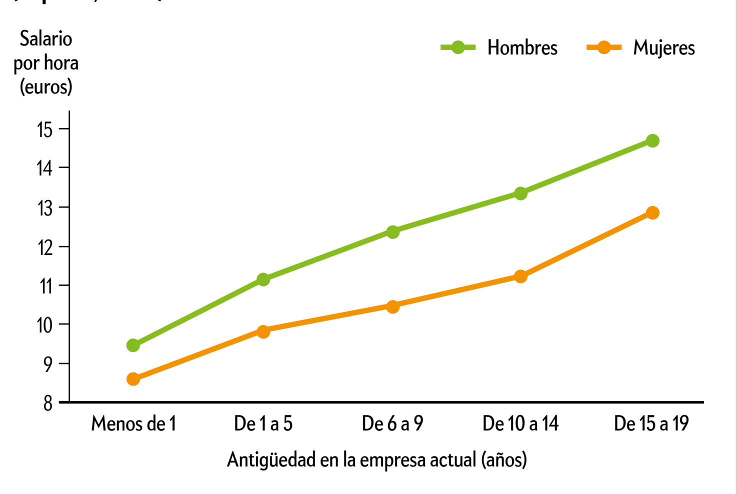
tringimos a ocupaciones específicas. Al hacerlo, observamos que la brecha de género en España se sitúa entre un 15 y un 25 por ciento para la mayoría de las ocupaciones. Por ejemplo, en el caso de directivos y gerentes asciende al 19 por ciento, mientras que para técnicos y profesionales de nivel medio alcanza los 21 puntos porcentuales. En 2014, la brecha de género en salario por hora en España (17,5 por ciento) era menor que la de otras naciones europeas, como Alemania (28,7 por ciento), Reino Unido (26,4 por ciento) o Francia (18,4 por ciento), aunque superaba a la de países como Suecia (16,1 por ciento), Polonia (8,4 por ciento) o Italia (5,1 por ciento).

Una parte importante de esa brecha salarial parece deberse no tanto al sueldo base como a los complementos. Según la Encuesta de Estructura Salarial de 2014, el bonus anual medio en España fue de unos 700 euros más para hombres que para mujeres. Además, esa brecha no permanece constante a lo largo de la carrera profesional: aunque el salario se incrementa para todos a medida que aumenta el tiempo de servicio en una empresa, lo hace bastante más rápido en el caso de los hombres que en el de las mujeres. Hemos de subrayar que estos datos no hacen un seguimiento en el tiempo de una misma persona, por lo que no permiten extraer un mecanismo causal. Con todo, este análisis descriptivo apunta a diferencias de gran magnitud entre ambos géneros.

Por último, no reviste menor interés la existencia de los llamados «techos de cristal»; es decir, la infrarrepresentación de las mujeres en puestos de alta responsabilidad. Según datos de la Comisión Europea, en abril de 2015 solo el 10 por ciento de las posiciones de liderazgo en las empresas del IBEX 35 estaban ocupadas por mujeres, y solo el 3 por ciento de dichas compañías tenía a una de ellas como directora ejecutiva (CEO). En 2014, el 36 por ciento de los asientos de las cámaras parlamentarias españolas estaban ocupados por mujeres, junto al 22 por ciento de los del Consejo del Banco de España. En ese año, solo el 16 por ciento de los presidentes autonómicos y el 12 por ciento de los embajadores eran mujeres.

por hora de las mujeres es entre un 15 y un 25 por ciento inferior al de los hombres (*centro*). La mayor parte de esta diferencia parece deberse a los complementos salariales: aunque la remuneración aumenta para todos según transcurre el tiempo de servicio en una empresa, ese incremento resulta más rápido en el caso de los hombres que en el de las mujeres (*derecha*).

Salario medio por hora y tiempo de servicio en la empresa actual (España, 2014)



CAUSAS

¿A qué se deben todas estas diferencias en el mercado laboral? A la luz de los trabajos académicos podemos hablar de cuatro causas principales: aquellas de carácter histórico, las relacionadas con los estereotipos, las debidas a los procesos de selección y las que atañen a las diferencias de comportamiento entre hombres y mujeres.

En primer lugar, las brechas de género tienen raíces históricas. En un trabajo publicado en 2013, los investigadores Alberto Alesina y Nathan Nunn, de Harvard, y Paola Giuliano, de la Universidad de California en Los Ángeles, mostraron que la participación de la mujer en la agricultura en el período preindustrial era mu y distinta en función de la técnica adoptada. Mientras que en el caso del cultivo con arado —muy exigente en términos físicos— el trabajo era realizado casi exclusivamente por hombres, en las sociedades que practicaban el cultivo migratorio la mayor parte de la labor quedaba a cargo de las mujeres, quienes recolectaban en las distintas áreas. Lo más notorio, sin embargo, es que esas diferencias continúan siendo relevantes en la cultura y en ciertas normas sociales de hoy. Alesina y sus colaboradores hallaron que los descendientes de las sociedades que tradicionalmente usaron el arado presentan en la actualidad unas normas sociales y actitudes mucho menos igualitarias y, por ende, unas tasas de participación laboral femenina más bajas.

Por otro lado, existe también una concepción estereotipada de los roles de hombres y mujeres en todos los ámbitos de la sociedad. Especialmente preocupante resulta el estereotipo que tiende a asociar con los varones la capacidad para alcanzar el máximo nivel (brillantez, genialidad...), ya que eso desalienta a muchas mujeres en la búsqueda de carreras prestigiosas y podría estar tras la baja participación femenina en los estudios de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (áreas también conocidas como STEM, por sus siglas en inglés).

En un artículo publicado a principios de 2017 en *Science*, Lin Bian, de la Universidad de Illionois, Sarah-Jane Leslie, de la de Nueva York, y Andrei Cimpian, de Princeton, observaron que tales estereotipos comienzan a surtir efecto a edades muy tempranas. Los investigadores hallaron que las niñas de 6 años tenían menos probabilidades que los niños de creer



TRABAJO DE HOMBRE, TRABAJO DE MUJER: Los estereotipos que asignan distintos papeles a uno y otro género en la economía, la familia o la sociedad suponen un auténtico freno para las mujeres.

que los miembros de su género eran «realmente muy inteligentes». También encontraron que, a la misma edad, las niñas comenzaban a evitar aquellas actividades consideradas aptas solo para niños dotados de un gran intelecto. Estos resultados sugieren que las nociones de genio y brillantez se adquieren muy pronto y que ejercen un efecto inmediato sobre los intereses de los menores. Dado que la educación constituye el principal motor hacia la igualdad, tales diferencias ayudan a explicar las brechas de género y a perpetuar su existencia. Y, por supuesto, la cultura y los estereotipos de género influyen también en la medida en que hombres y mujeres comparten responsabilidades; en particular, el trabajo doméstico y el cuidado de los niños.

En tercer lugar, los procesos de selección y de promoción no son neutrales al género. Varios estudios han señalado que las personas tendemos a preferir a otras similares a nosotros, un fenómeno conocido como «homofilia». Aunque existe abundante información sobre la falta de neutralidad en los procesos de selección, uno de los ejemplos más emblemáticos lo hallaron en 1997 Claudia Goldin, de Harvard, y Cecilia Rouse, de la Universidad de Princeton, quienes analizaron el impacto que tuvo en las orquestas estadounidenses la introducción de las audiciones en ciego. En los años setenta del pasado siglo, las orquestas del país revisaron sus métodos de selección para evitar discriminaciones e instauraron un sistema por el que los candidatos tocaban su instrumento detrás de una mampara que ocultaba su identidad. Aquel cambio provocó un aumento espectacular en el número de mujeres en las orquestas estadounidenses: del 5 por ciento en 1970 al 25 por ciento en 1997.

Si trasladamos esto a un entorno laboral dominado por el sexo masculino, nos encontramos con que las mujeres sufren mayores dificultades. En algunos casos, por estar excluidas de las redes organizacionales de poder; en otros, por el simple hecho de que siempre nos resulta más fácil juzgar las cualidades de un desconocido cuando este pertenece al mismo grupo que nosotros. En concreto, la afinidad en el lenguaje, los estilos de comunicación y las percepciones facilitan que una persona evalúe mejor las habilidades y aptitudes personales de alguien de su mismo género.

Por último, hombres y mujeres muestran diferentes actitudes y comportamientos. Varios estudios han mostrado que, en promedio, las mujeres son significativamente menos propensas que los varones a tomar decisiones arriesgadas y a participar en entornos muy competitivos. Aunque estas diferencias contribuyen a explicar las brechas de género, no existen pruebas concluyentes sobre si se trata de rasgos biológicos o debidos a la educación. Al respecto, un trabajo reciente de Alison Booth y Patrick Nolen, de la Universidad de Essex, halló que las actitudes hacia el riesgo y la competitividad de niñas que habían asistido a colegios exclusivamente femeninos eran similares a las de los chicos.

SOLUCIONES

Cerrar las brechas laborales y alcanzar la igualdad de género en los puestos de liderazgo nos beneficia a todos. No en vano, «lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas» es el quinto de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Resulta positivo que tanto hombres como mujeres cambien sus ideas estereotipadas en torno a los roles de género, pues de la misma manera que eso está retrasando que las mujeres asuman roles de liderazgo, también está impidiendo a los hombres ejercer otras actividades o dedicarse más al cuidado de los hijos. Es positivo para las familias, pues permite contar con dos ingresos. Es positivo para los negocios y para las empresas, al aprovechar la creatividad que aporta la diversidad y reconocer el poder adquisitivo de las mujeres. En definitiva, es bueno para el país, pues cuanto mayor y más diverso sea el conjunto de candidatos entre los que elegir, más talentosos serán nuestros líderes.

¿Cómo pueden actuar el sector público y las empresas para alcanzar la igualdad de género? No cabe duda de que las instituciones desempeñan un papel clave en el apoyo al empleo femenino. A la vista de nuestro análisis anterior, creemos que desde el sector público puede trabajarse en dos áreas principales: por un lado, en medidas destinadas a mejorar la conciliación entre la vida familiar y la laboral, así como a fomentar la corresponsabilidad entre los dos miembros de una pareja; por otro, en aquellas orientadas a corregir el problema de la infrarrepresentación femenina en los puestos de liderazgo.

Existen distintas opciones para promover la conciliación. En primer lugar, se debería universalizar la

educación de 0 a 3 años. Hay pruebas empíricas de que ello no solo facilita la incorporación de la mujer al mercado laboral, sino que también mejora las habilidades no cognitivas de los niños y su posterior desarrollo intelectual.

En segundo lugar, deberían extenderse los permisos de paternidad. El apoyo de la pareja resulta clave para el éxito de la mujer en el trabajo. Se trata de repartir responsabilidades, no de delegar o «hacer favores». La implicación de los padres no solo beneficia a los niños; distintos estudios han mostrado que, cuando los padres se toman más tiempo de baja de paternidad, acaban repartiendo las tareas domésticas y de cuidado infantil de forma más equitativa. Por tanto, resulta fundamental introducir permisos de paternidad intransferibles, bien con incentivos para los padres que se acojan a ellos, o bien con un período obligatorio (probablemente de corta duración) y otro voluntario.

Otro ámbito de actuación lo hallamos en las medidas destinadas a facilitar la flexibilidad del empleo con miras a lograr la conciliación tanto de hombres como de mujeres. Tales iniciativas deberían centrarse en crear puestos de trabajo a jornada parcial de calidad (mediante la flexibilización de la definición de la semana de trabajo, la creación de trabajos compartidos, etcétera), así como en flexibilizar los puestos ya existentes (racionalizando los horarios, facilitando la jornada intensiva o favoreciendo el teletrabajo) a través de acuerdos sectoriales o en la negociación colectiva de las empresas.

En cuarto lugar destacan las medidas destinadas a incrementar la presencia de la mujer en el mercado laboral, favorecer la igualdad de oportunidades y abogar por un trato igualitario entre todos los trabajadores. Aquí se incluirían las actuaciones para controlar los procesos de selección, con medidas como los «currículums ciegos», así como para reforzar las leyes de igualdad de remuneraciones y aumentar la transparencia salarial.

Por último, las instituciones también desempeñan un papel clave a la hora de combatir la existencia de techos de cristal. Cómo promover el liderazgo femenino y la presencia de mujeres en las posiciones de mando constituye un tema de máxima actualidad, y numerosos países están empezando a considerar la posibilidad de introducir políticas de cuotas. En Europa, Italia, Francia o Alemania se han unido recientemente a los países nórdicos, pioneros en la imposición de cuotas obligatorias de representación femenina en los consejos de administración. La implementación de cuotas de género transitorias puede aumentar la representación femenina en puestos de autoridad, romper las redes masculinas tradicionales, aumentar la capacidad de dichas instituciones de beneficiarse de un conjunto de perspectivas y valores diferentes, así como incrementar los niveles de representación femenina en puestos de gestión intermedios como consecuencia de un «efecto cascada».

En este sentido resulta especialmente interesante el caso de Italia, que en 2011 introdujo de forma gradual y con un carácter transitorio las cuotas obligatorias para romper el monopolio masculino y acelerar la transición hacia un modelo con igualdad de oportunidades entre hombres y mujeres. Como han demostrado Paula Profeta, de la Universidad Bocconi de Milán, y sus colaboradoras, los resultados preliminares han sido bastante positivos: en apenas cinco años, el porcentaje de mujeres en consejos de administración de empresas cotizadas aumentó del 6 a más del 30 por ciento; al mismo tiempo, mejoró el nivel medio de cualificación de los nuevos consejeros, tanto mujeres como hombres; por último, y a diferencia del caso noruego, las autoras hallaron un impacto positivo en la cotización bursátil de las empresas.

España aprobó en 2008 la Ley de Igualdad, la cual establecía, entre otras medidas, que las empresas cotizadas «procurarán incluir en su consejo de administración un número de mujeres que permita alcanzar una presencia equilibrada de mujeres y hombres en un plazo de ocho años». Ante el insuficiente avance que ha supuesto la ley (un incremento del 6 al 16 por ciento de la representación femenina en los consejos de administración de las empresas del IBEX 35 entre 2007 y 20015), creemos que nuestro país debería considerar muy seriamente la introducción de un sistema de cuotas obligatorias de carácter temporal similar al de Italia. En la misma línea, el sector público tendría que liderar con el ejemplo y forzar la igualdad en los órganos superiores de la Administración.

Aunque resulta muy importante actuar desde el sector público, no debemos olvidar otros ámbitos. El sector privado, por ejemplo, debería fomentar la flexibilidad, mostrar ejemplos reales de los beneficios de la diversidad o preocuparse por impulsar mujeres líderes para luchar contra estereotipos. Por último, cada uno de nosotros también puede actuar a nivel individual en nuestro ámbito familiar, social y profesional. Todos deberíamos hacer un esfuerzo continuado para combatir nuestro propio sesgo inconsciente y darnos cuenta de la importancia de otorgar poder y confianza a las mujeres y las niñas que nos rodean.

PARA SABER MÁS

Women directors: The Italian way and beyond. Paula Profeta et al. Palgrave Macmillan, 2014.

Gender (in)equality act and large Spanish corporations. José Ignacio Conde-Ruiz y Carmen Hoya en *Policy Papers*, art. 2015-03. Fundación de Estudios de Economía Aplicada, febrero de 2015.

Brechas salariales de género en España. José Ignacio Conde-Ruiz e Ignacio Marra de Artíñano en *Zoom Económico*, n.º 9. Fundación Alternativas, diciembre de 2016.

Gender gaps in the Spanish labor market. José Ignacio Conde-Ruiz e Ignacio Marra en *Studies on the Spanish Economy*, art. eee2016-32. Fundación de Estudios de Economía Aplicada, octubre de 2016.

Gender stereotypes about intellectual ability emerge early and influence children's interests. Lin Bian, Sarah-Jane Leslie y Andrei Cimpian en *Science*, vol. 355, págs. 389-391, enero de 2017.

Statistical discrimination and the efficiency of quotas. José Ignacio Conde-Ruiz, Juan-José Ganuza y Paola Profeta en *Working Papers*, art. 2017-04. Fundación de Estudios de Economía Aplicada, marzo de 2017.

EL RETORNO DE LAS HIJAS DESAPARECIDAS

Las tradiciones que favorecen a los hijos varones en Asia, y que resultan en la muerte o el desamparo de millones de niñas, han empezado a cambiar

MONICA DAS GUPTA





L

«¡Las niñas ni sirven para nada ni valen nada!» gritaba una anciana de un pueblo cercano a Busan, Corea del Sur, en 1996. Estábamos hablando de familias, y las otras ancianas que se sentaban con ella asentían. ¿Por qué?, pregunté. No era porque las hijas fueran perezosas, me dijo. «No, las mujeres trabajan con ahínco en el campo, y su matrimonio no cuesta prácticamente nada. La gente no quiere hijas porque no son útiles para la familia; la abandonan cuando se casan. Son los hijos varones los que se quedan, los que heredan y mantienen los ritos del culto a los antepasados.»

En China oí comentarios similares. Un hombre contaba que, cuando nació su hija, su mujer estaba tan abatida que no quería cuidarla y tuvo que convencerla para que le diera de mamar.

Estas actitudes han tenido consecuencias mortales. La proporción natural en los nacimientos humanos es que haya solo un 5 o 6 por ciento más de niños que de niñas. Pero en China nacieron en el año 2000 un 20 por ciento más de varones. Se ha dado esta distorsión en la proporción de sexos en la mayor parte del este y sur de Asia, en el Cáucaso meridional y en zonas de los Balcanes. En todas estas áreas a las niñas las abortan, las matan al nacer o mueren por negligencia. ¿Por qué? Como decía la señora de Busan, es una cuestión puramente económica.

EN SÍNTESIS

Hasta hace muy poco, muchas culturas de Asia y otros lugares han valorado a los niños más que a las niñas, y las familias a menudo desatendían a las hijas o las mataban.

La pérdida de mujeres ha dañado durante generaciones a la población femenina y al resto de la sociedad, al alterar los patrones matrimoniales y el régimen de migraciones entre regiones y países.

Una mayor igualdad de género está empezando a arraigar hoy. A medida que las culturas otorgan más valor económico a las mujeres, las tasas de nacimientos dejan de estar tan inclinadas hacia los hijos varones.

Estas culturas les han vedado históricamente a las hijas adultas que ayuden en casa de los padres o que hereden propiedades, lo que disminuye su valor para la familia en la que nacieron.

En tiempos recientes, sin embargo, el sesgo demográfico en contra de las mujeres ha empezado a corregirse. Corea del Sur muestra un reequilibrio en el porcentaje infantil de sexos desde mediados de los noventa: la gran desproporción entre niños y niñas ha bajado a niveles biológicos normales, e incluso se está produciendo un cambio en el país hacia la preferencia por las hijas. En la India, la tasa de sexos del censo de 2011 muestra una caída en picado de la proporción de niños varones en la parte noroccidental de la nación, donde era muy elevada. En China, el incremento de la diferencia entre los sexos se ha frenado.

Estos cambios coinciden con una rápida urbanización y con transformaciones sociales que han favorecido que las hijas sean más valiosas para sus progenitores. Las mujeres ya no desaparecen de la vida de su familia de origen; en algunos casos, hasta incorporan más hombres a esta. Veinte años después de mi trabajo de campo en Busan, una mujer me dijo en Corea del Sur: «A mi madre la maltrataron mucho cuando era joven por haber tenido tres hijas y ningún hijo. Ahora que somos mayores está muy contenta porque todas nos hemos quedado cerca de ella. Dice que sus yernos la tratan mejor que si fueran hijos».

ALEJAR A LAS MUJERES

Durante siglos, la organización de la sociedad rural en China, Corea del Sur y la zona noroccidental de la India apartaba a las hijas de sus progenitores. Cuando las mujeres se casaban, se integraban a la familia del marido. Eran las nueras las que proporcionaban a su familia política mano de obra nueva, y así se incrementaba aún más el valor de los hijos varones. Otras regiones, como el norte de Vietnam y los países del sur del Cáucaso, presentan una estructura social similar, con una fuerte preferencia por los vástagos varones.

Para consolidar esta transferencia de hijas, cuando una mujer se incorpora a la familia del marido se elimina su «puesto» en la familia de origen y se crea uno nuevo para las nueras entrantes. En el caso poco común de que las mujeres regresen, ellas y sus padres tendrán problemas para que esa situación inusual funcione. Otros miembros de la familia y del pueblo mostrarán resistencia porque podrían ver reducidos sus derechos de propiedad. Cuando en la China rural una mujer se casa y su derecho a tierras se reasigna entre los residentes del pueblo, por ejemplo, su retorno puede recibirse con una hostilidad considerable.

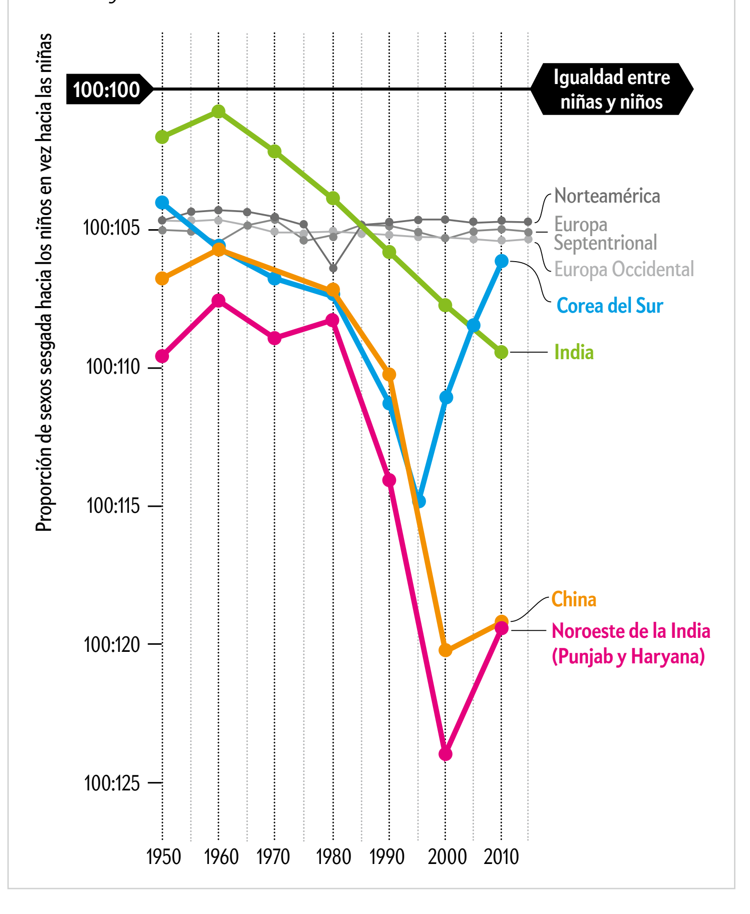
El impacto de estas normas culturales puede verse en el contraste entre la manera de resolver el modo de vida de los ancianos en países como Taiwán y Corea del Sur, y en otros como Filipinas. Los dos primeros cuentan con sistemas de parentesco rígidamente patrilineales (centrados en la parte masculina), mientras que el de Filipinas no prefiere a los niños antes que a las niñas, ni viceversa. En Taiwán y Corea del Sur un alto porcentaje de padres vive con sus hijos varones casados, pero casi ninguno con las hijas desposadas, según muestra

PÁGINAS ANTERIORES: MARÍA CORTE

NACIONES

Diferentes lugares y pérdidas

Corea del Sur, China y la zona noroccidental de India perdieron muchas niñas durante el siglo XX, víctimas del infanticidio o de la negligencia en culturas patriarcales. Los datos del censo y las encuestas de población muestran caídas en las cifras de recién nacidas y niñas pequeñas en comparación con los varones, algo que no se ha observado en Europa ni en Norteamérica. Ahora, los valores culturales empiezan a cambiar y la tasa de niñas se está restableciendo.



FUENTES: «'MISSING GIRLS' IN CHINA AND INDIA: TRENDS AND POLICY CHALLENGES», POR GUO ZHEN, MONICA DAS GUPTA Y LI SHUZHUO EN *ASIAN POPULATION STUDIES*, VOL. 12, N.º 2. PUBLICADO EN LÍNEA EL 6 DE JUNIO DE 2016 (*niños y niñas en India de 0–6 años y niños y niñas surcoreanos y de China de 0–4 años*); NATIONAL CENSUS DATA (*China, India, Corea del Sur*); *WORLD POPULATION PROSPECTS: THE 2017 REVISION*. EDICIÓN EN DVD. POPULATION DIVISION, DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, UNITED NATIONS. NACIONES UNIDAS, 2017 (*Norteamérica, Europa del Norte y Occidental*); JEN CHRISTIANSEN (*gráfica*)

un estudio de próxima publicación que llevé a cabo con Doo-Sub Kim, de la Universidad Hanyang, de Seúl. En Filipinas, los padres viven indistintamente con sus hijos e hijas casados. No es de extrañar que la proporción de sexos sea normal en Filipinas y, en cambio, haya sido más desigual en Taiwán y Corea del Sur.

Las consecuencias de la desvalorización de las mujeres tampoco sorprenden. Se eliminaba a las niñas no deseadas recurriendo a la negligencia o al infanticidio, y se creaba así un sesgo en la proporción de sexos a favor de los varones. A partir de los años ochenta, las ecografías y otras técnicas de detección prenatal del sexo hicieron posible influir en el sesgo sexual antes del nacimiento de los hijos. Los nuevos métodos facilitaron que los progenitores evitaran tener hijas no deseadas (por medio del aborto), lo que aumentó el desequilibrio en la tasa de nacimientos por sexo.



Monica Das Gupta es profesora investigadora del departamento de Sociología de la Universidad de Maryland. Ha trabajado como demógrafa para el Banco Mundial.

Otros desastres importantes, como las hambrunas o las guerras, intensifican la presión sobre los progenitores por deshacerse de los vástagos que perciban como superfluos. A partir de 1937, el año en que las tropas japonesas irrumpieron en el este de China, se produjo una «desaparición» de niñas: murió un 17 por ciento más de niñas de lo que podría esperarse de unas tasas de mortalidad propias de tal situación. En las regiones asoladas por la guerra, los progenitores tuvieron que tomar decisiones difíciles. Una mujer de la provincia de Zhejiang me habló de su propia experiencia en los años treinta: «Con solo seis años, mi madre me dijo que tenían que venderme. Supliqué a mi padre que no lo hiciera, que comería poco si me dejaban quedarme en casa». La desintegración de las instituciones gubernamentales puede tener consecuencias similares. Cuando se disolvió la Unión Soviética, los porcentajes de nacimientos se inclinaron en los países del sur del Cáucaso a favor de los varones.

Asimismo, el paso de familias grandes a pequeñas aumenta la presión sobre los progenitores para que prefieran hijos varones. Cuando la natalidad es alta y las familias numerosas, los padres pueden permitirse tener varias hijas y continuar intentando alumbrar uno o dos hijos. En familias pequeñas, con menos nacimientos, las posibilidades de tener varones son más limitadas. La segunda hija nacida en familias de culturas donde se favorece a los hijos varones tiene muchas más posibilidades de morir antes de nacer o a una edad temprana.

CUANDO LAS MUJERES ESCASEAN

Las muertes de esas niñas son una consecuencia impresionante de la desigualdad entre sexos. Sus efectos dañinos se propagan por toda la sociedad. A la larga se traducen en una escasez de mujeres adultas. Tras intensos períodos de selección de sexo en las décadas precedentes, China, Corea del Sur y la zona noroccidental de la India se enfrentan en la actualidad a un cuello de botella matrimonial. China presenta la situación más cruda. En 2010, la Academia de Ciencias Sociales del país calculó que, para 2020, uno de cada cinco hombres en China no podrá encontrar esposa.

La escasez de novias afecta de manera más grave a los hombres pobres. Shang-Jin Wei, de la Universidad de Columbia, y sus colaboradores, revelan que en las zonas de China donde es mayor la desproporción de sexos los padres más pobres se las ven y se las desean para mejorar la suerte de sus hijos varones en el mercado matrimonial. Recurren a medidas desesperadas, como aceptar trabajos peligrosos para ganar más y así poder construir una casa mejor que atraiga a este nuevo «artículo» escaso y valioso: una nuera que se incorpore a la familia.

Al mismo tiempo, el cuello de botella del mercado matrimonial puede beneficiar a las mujeres. Un estudio de Maria Porter, de la Universidad del Estado de Michigan, reveló que en las zonas de China con menos novias potenciales las mujeres tienen más poder de negociación dentro de su matrimonio,

lo que las capacita para ayudar a sus progenitores más que antes. Las mujeres de zonas pobres pueden casarse con hombres que ofrecen un nivel de vida más alto, ya sea en su zona o emigrando a otras partes del país. Algunas se trasladan a otros países para casarse con hombres más acomodados. Según varios estudios, en China, Corea del Sur y la India estos pretendientes de larga distancia suelen ser menos pudientes que otros hombres de la zona donde viven. Son incapaces de atraer a una esposa local, pero pueden ofrecer una mejor calidad de vida a mujeres de regiones más pobres.

Con todo, los desplazamientos para contraer matrimonio suponen riesgos para las mujeres. Algunas investigaciones indican que las que provienen de grupos étnicos o lingüísticos diferentes encuentran problemas de asimilación, son vistas como extranjeras, no conocen la lengua ni las costumbres locales, y en su nuevo asentamiento no tienen muchas conexiones sociales. Muchos de estos matrimonios se realizan con hombres que viven en áreas rurales, y la vida en el campo aísla aún más a las esposas.

Las dificultades pueden ir más allá del aislamiento social y los malentendidos culturales. En un estudio de 2010 sobre esposas vietnamitas en Taiwán, realizado por investigadores de la Universidad Nacional de la Ciudad de Ho Chi Minh, en Vietnam, la mayoría de las mujeres declararon estar satisfechas porque podían ayudar económicamente a su familia de origen. No obstante, algunas mencionaron problemas como sufrir humillaciones por parte de su marido y familia política a causa de su pobreza, padecer violencia doméstica o tener que trabajar como esclavas. En Taiwán, de hecho, un estudio de 2006 reveló que el matrimonio de migración era un factor de riesgo de violencia doméstica. Y, en Corea del Sur, Doo-Sub Kim descubrió un mayor porcentaje de divorcio en estos matrimonios.

Algunos investigadores y responsables de actuaciones públicas también señalan que la creación de una generación de solteros por obligación podría aumentar los niveles de delincuencia y violencia, incluidas las agresiones a mujeres. Según dos investigaciones, una llevada a cabo en la India por Jean Drèze, de la Escuela de Economía de Delhi, y otra realizada en China por Lena Edlund, de la Universidad de Columbia, y sus colaboradores, la delincuencia aumentó en áreas donde la tasa de hombres superaba a la de mujeres.

EL VALOR DE LAS MUJERES

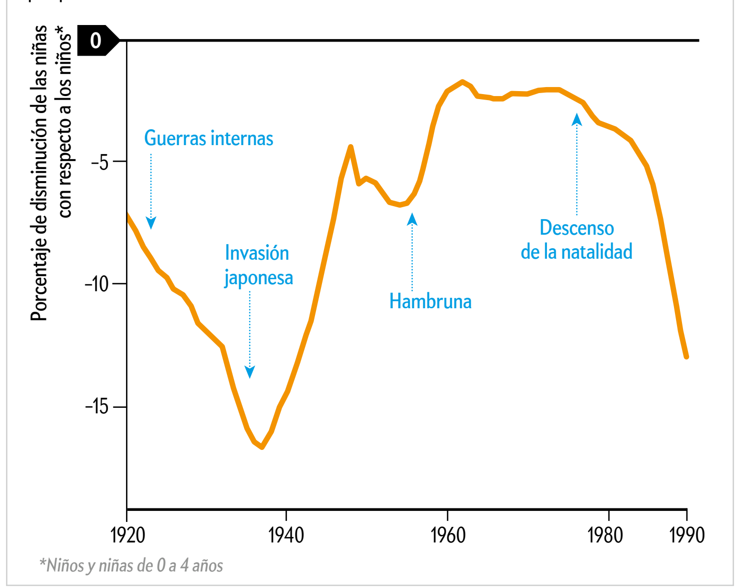
En las dos últimas décadas el sesgo contra las niñas ha empezado a decaer. Junto con mi colega Woojin Chung documenté este fenómeno en un estudio sobre el cambio de actitudes de las mujeres surcoreanas hacia el sexo de sus vástagos. Cuando las entrevistamos en 1991, el 35 por ciento de las mujeres nacidas entre 1955 y 1964 afirmaron que «debían tener un varón». En 2003, sin embargo, tan solo el 19 por ciento de las mujeres nacidas en el mismo período compartían esa idea. Los cambios de actitud se han extendido a toda la sociedad. Incluso teniendo en cuenta las diferencias de nivel educativo y la residencia urbana frente a la rural, el porcentaje de mujeres de entre 15 y 49 años que manifestaron que «debían tener un varón» en 2003 era de alrededor de un tercio del de 1991. Los cambios en las normas sociales explican un 73 por ciento de este descenso. Solo el 27 por ciento se explica únicamente por el aumento del nivel individual de educación y la urbanización. La consecuencia del cambio de actitudes se reflejó en la proporción de vástagos por sexo (*véase el recuadro* «La proporción de sexos sigue las preferencias sociales»).

¿Qué ocurrió para que se revalorizaran las niñas? Es una respuesta difícil de determinar, pero el aumento de la educación de los padres y de la urbanización de los países desempeña un papel importante. Corea del Sur, por ejemplo, se ha urbanizado a velocidad de vértigo: el porcentaje de población que vive en ciudades o sus alrededores se duplicó entre 1966 y 1986, pasando del 33 al 67 por ciento. En 1991, el 75 por ciento de la población vivía en ciudades. La vida urbana tiene consecuencias sociales y económicas que alteran esa la preferencia por los hijos varones. Vivir en una ciudad reduce la importancia del papel de estos en la vida de sus progenitores. Mientras que en los pueblos la gente pasa sus días rodeada de los miembros del clan, los residentes

CIRCUNSTANCIAS HISTÓRICAS

En épocas difíciles las niñas sufren

En China, el número de niñas, en comparación con lo que sería biológicamente normal, desciende en las épocas difíciles. Las familias se deshicieron de sus hijas, consideradas menos valiosas, durante las guerras internas de los años veinte del siglo XX, la invasión japonesa de finales de los treinta, la hambruna de los cincuenta y la presión por tener familias pequeñas en los ochenta.



FUENTE: «GENDER BIAS IN CHINA, SOUTH KOREA AND INDIA 1920–1990: EFECTS OF WAR, FAMINE AND FERTILITY DECLINE», POR MONICA DAS GUPTA Y LI SHUZHUO EN *DEVELOPMENT AND CHANGE*, VOL. 30, N.º 3, JULIO DE 1999; JEN CHRISTIANSEN (*gráfica*)

urbanos viven y trabajan en espacios más impersonales, en edificios de apartamentos, en complejos de oficinas. Este cambio reduce la presión por cumplir con las expectativas tradicionales relativas a las obligaciones filiales y por engendrar hijos varones para perpetuar el linaje.

En las zonas urbanas, los hijos que contribuyen al mantenimiento de sus padres no lo hacen tanto por cumplir con las formalidades como porque viven en la misma ciudad y mantienen fuertes vínculos con ellos. De este modo, la urbanización contribuye a reducir la diferencia entre el valor que se otorga a hijas e hijos. La educación y el empleo femeninos también aumentan la ayuda potencial que pueden ofrecer las hijas. Y, con el acceso cada vez mayor a las pensiones y a los sistemas de protección social, se reduce la dependencia económica de los progenitores con respecto a sus vástagos.

Las políticas gubernamentales también han contribuido a que se reduzca la preferencia por los hijos varones al fomentar que la igualdad de género se convierta en algo común. La India ha aplicado la discriminación positiva para aumentar la participación de las mujeres en política, imponiendo una cuota femenina en las candidaturas a los puestos de gobierno locales. Los científicos sociales han descubierto que, tras la aplicación de esta medida, los estereotipos de género se han debilitado entre la población general y han aumentado las aspiraciones personales de las niñas.

La amplia difusión de los programas de planificación familiar realizada por los medios de comunicación también ha desempeñado un papel clave en la India, China y Corea del Sur. Los carteles y anuncios publicitarios animan a los padres a tener familias pequeñas aunque estas no incluyan hijos varones. Semejantes iniciativas fomentan la idea de que las hijas son tan buenas como los hijos para la felicidad familiar.

Los personajes femeninos de los populares culebrones indios trabajan ahora fuera de casa y tienen una vida pública activa. Los valores y papeles sociales que se ilustran en esos programas contradicen los puntos de vista tradicionales sobre el lugar de la mujer en la sociedad. Los estudios han demostrado que la exposición a estos mensajes se asocia a una reducción de la preferencia por los hijos varones.

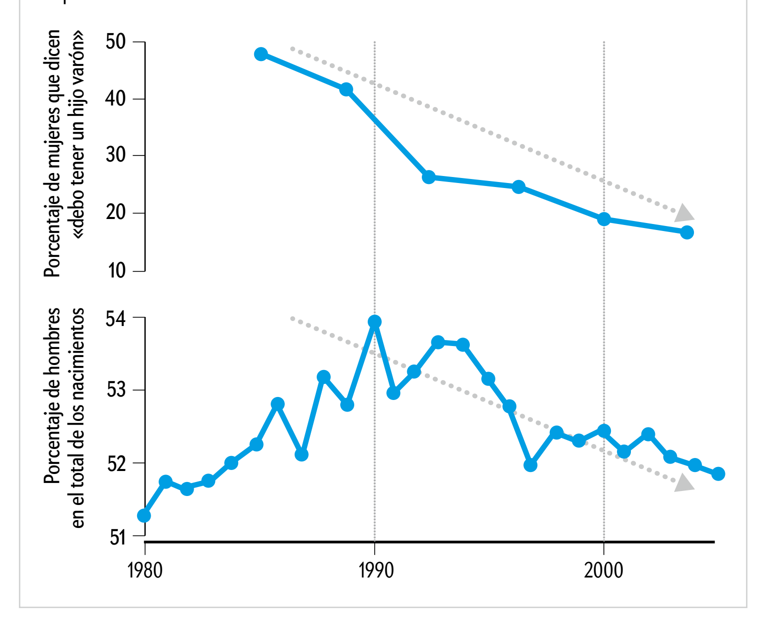
También ha habido intentos directos de equilibrar la proporción entre sexos prohibiendo el uso de técnicas para la detección y selección prenatal del sexo. Estas limitaciones se han instaurado en varios países, pero, por falta de datos, apenas se ha evaluado con rigor el impacto de estas medidas. En la India, la prohibición de seleccionar el sexo de los niños parece haber tenido un resultado, como mucho, modesto. El gran esfuerzo de China por prohibir la selección de nacimientos ha afectado poco a la proporción nacional de los sexos de los bebés.

Los países de Asia continúan su rápido proceso de urbanización. Creo que, por tanto, seguirá disminuyendo la preferencia por los hijos varones. Los políticos pueden acelerar este proceso con medidas legales y de otro tipo que fomenten la igualdad de género. También está en sus manos promover campañas en los medios de comunicación y mostrar a mujeres que asisten a sus progenitores ancianos (y no solo a los de sus maridos). Estos pasos ayudan a cambiar los estereotipos de género y a superar la preferencia de los progenitores por los varones. Tales medidas pueden acabar consiguiendo mejores resultados para las mujeres —y para la sociedad en su conjunto— que los intentos directos de prohibir la selección de sexo antes del nacimiento. ■

CAMBIO SOCIAL

La proporción de sexos sigue las preferencias sociales

En Corea del Sur, el deseo manifestado por tener hijos en vez de hijas cayó en picado a principios de la década de 1990. El porcentaje real de varones nacidos empezó a reducirse muy poco después, lo que muestra el poder del cambio de valores.



FUENTE: «THE DECLINE OF SON PREFERENCE IN SOUTH KOREA: THE ROLES OF DEVELOPMENT AND PUBLIC POLICY», POR WOOJIN CHUNG Y MONICA DAS GUPTA EN *POPULATION AND DEVELOPMENT REVIEW*, VOL. 33, N.º 4, DICIEMBRE 2007, DATOS DEL CENSO NACIONAL; JEN CHRISTIANSEN (*gráfica*)

PARA SABER MÁS

Gender bias in China, South Korea and India 1920-1990: Effects of war, famine and fertility decline. Monica Das Gupta y Li Shuzhuo en *Development and Change*, vol. 30, n.º 3, págs. 619-652, julio de 1999.

Why is son preference so persistent in East and South Asia? A cross-country study of China, India and the Republic of Korea. Monica Das Gupta et al. en *Journal of Development Studies*, vol. 40, n.º 2, págs. 153-187, 2003.

Crisis of masculinity in Haryana: The unmarried, the unemployed and the aged. Prem Chowdhry en *Economic and Political Weekly*, vol. 40, págs. 5189-5198, diciembre de 2005.

More boys than girls. Rodger Doyle en News Scan, *Scientific American*, octubre de 2005.

The decline of son preference in South Korea: The roles of development and public policy. Woojin Chung y Monica Das Gupta en *Population and Development Review*, vol. 33, n.º 4, págs. 757-783, diciembre de 2013.

«Missing girls» in China and India: Trends and policy challenges. Guo Zhen, Monica Das Gupta y Li Shuzhuo en *Asian Population Studies*, vol. 12, n.º 2, págs. 135-155. Publicado en línea el 6 de junio de 2016.

EN NUESTRO ARCHIVO

Población, pobreza y entorno local. Partha S. Dasgupta en *IyC*, abril de 1995.

LA MUJER QUE SALVÓ EL PLANETA

Entrevista a Christiana Figueres, la analista de la ONU que convenció a la humanidad para combatir el cambio climático

JEN SCHWARTZ



Podría argumentarse que Christiana Figueres, diplomática costarricense de 61 años, nos salvó de una catástrofe mundial. Como exdirectora de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, fue ella quien organizó el acuerdo de París de 2015. En él, y por primera vez, casi todas las naciones se comprometieron a adoptar medidas contra las emisiones de gases de efecto invernadero.

Aunque Figueres consiguió una cooperación sin precedentes, no lo logró demostrando su autoridad —su cargo no conllevaba mucha— ni centrándose en los participantes más influyentes, sino invitando a un gran número de voces diferentes a dialogar sobre posibles soluciones. Antropóloga de formación, apostó a que el ser humano podría trabajar por un objetivo común si se le ofrecía una estructura de confianza y esperanza. Frente una complejidad abrumadora, generó un caos aún mayor, lo impregnó de optimismo y navegó por él. Hoy se centra en cumplir los objetivos del acuerdo como directora de la Misión 2020, concebida para torcer la curva de emisiones en los próximos tres años.

Aunque Figueres nunca trazó un plan maestro en su trayectoria profesional, su currículum parecía diseñado para acabar liderando en la intersección entre ciencia y política: 14 años como negociadora en el Gobierno costarricense; directora de una organización sin ánimo de lucro dedicada al cambio climático; consejera en el sector privado; diplomática bicultural, trilingüe y oriunda de una nación con una alta conciencia medioambiental. En esta entrevista Figueres explica lo que puede ocurrir cuando el camino lo lidera una mujer dinámica.

Al abordar cuestiones globales de gran calado, su liderazgo implica ceder control sobre los detalles. ¿Hay algo «femenino» en este planteamiento?
Es peligroso generalizar y simplificar, «los hombres hacen esto, las mujeres aquello». Aclarado este punto, existe sin duda una energía femenina —presente en todos nosotros, por cierto— mucho más fluida y orgánica que la masculina, la cual también tenemos todos pero que es más direccional y lineal. Las llamamos «masculina» y «femenina», pero podríamos referirnos a ellas de cualquier otro modo, como yin y yang. En varias etapas de mi vida he ejercido muchas de mis responsabilidades con energía masculina para poder sentarme en la mesa.

Mirando atrás, siempre tuve la disposición de permanecer atenta a las oportunidades. No hay por qué progresar en línea recta. Quizá sea como una estrategia de navegación, pasar de izquierda a derecha y de derecha a izquierda. O en ocasiones hay que dar un paso atrás para poder avanzar tres. Creo que las mujeres están más dispuestas a seguir aprendiendo siempre, con independencia de su edad.

La energía masculina tiende a ver las cosas en blanco y negro, y te obliga a optar entre A y B en vez de plantear que también existe A-A o A-AB. En cuanto al acuerdo de París, tuvimos que considerar todos los matices de gris existentes en muchas realidades para entender las diferencias como complementarias y no como mutuamente excluyentes. En concreto, me importaba cambiar las actitudes acerca de la relación entre norte y sur. Teníamos que llegar a un punto donde se alcanzase un reconocimiento absoluto y profundo de una responsabilidad histórica, pero también el de una futura responsabilidad compartida.

Jen Schwartz es redactora de *Scientific American* especializada en mente y tecnología.

FOTOGRAFÍA DE TREVOR RAY HART



Como arquitecta de uno de los acuerdos internacionales más complejos de la historia, ¿en qué se diferenció su estrategia de la de otros esfuerzos fallidos?

La negociación del texto en sí se atiene a los rigurosos procedimientos de la ONU. Pero la manera exacta en que acabaríamos consiguiéndolo fue el resultado de seis años de diálogo.

Como antropóloga, tenía la certeza de que debía ser un proceso inclusivo, no solo una cuestión entre Gobiernos nacionales. Así que lo abrimos al sector privado, a la comunidad espiritual y a los científicos. El ser humano tiende a orientarse hacia otros debates que guardan relación con los nuestros. Cuando participa el abanico más amplio posible de perspectivas, surge una especie de fuerza autoorganizadora y se toman decisiones mejores. Es característico de la energía femenina señalar qué voces no están sobre la mesa pero deberían estar.

Al principio intentamos planificarlo: ¿quién está haciendo qué, para cuándo y con quién? Pero enseguida me di cuenta: «¡Dios mío, esto es imposible!». La participación era tan amplia y los escenarios tan volubles que la coordinación era inalcanzable. Al abordar una cuestión tan descentralizada y sentida a nivel global como el cambio climático, los flujos lógicos de eventos resultan de escasa utilidad. Reducen la efectividad de una solución potencial. En su lugar necesitábamos acordar la meta final a la que todos queremos llegar, y eso lo facilitaba la ciencia. El objetivo último era una estructura ambiciosa y justa que integrara a todos de forma diferenciada. Después dejamos que cada uno usara sus propias herramientas para aplicar la ciencia en sus países, sectores y cuestiones particulares.

Ante todos aquellos que decían «es demasiado complejo, no podemos hacerlo para 2015, retrasémoslo seis meses», me impuse y afirmé que ni siquiera íbamos a considerar algo así. Hay que permitir que un proceso se embarre, ya que es ahí donde emerge la innovación, el ingenio y aparecen alianzas sorprendentes. Lo que se pretende no es solo ser tolerante, sino incluso fomentar el caos, pero con un plazo estricto y un objetivo claro.

Abrir el diálogo fue uno de los asuntos más difíciles, pero también uno de los más importantes. El resultado fue un marco que cuenta con una amplia y profunda participación. Eso es lo que lo hace fuerte.

El diálogo sobre el cambio climático puede parecer funesto. ¿Por qué importa tanto una actitud esperanzadora?

Los entresijos de las negociaciones son un mundo propio; luego está el mundo exterior. Creé un efecto de «sonido envolvente» para que, con independencia de qué decisiones concretas tomaran los Gobiernos del mundo exterior, todos se sintieran alentados por avanzar en la misma dirección. Quería que oyeran un coro de «sí, sí, sí»: sí, podemos progresar con ambición; sí, tiene sentido económico; sí, la tecnología está ahí; sí, la ciencia está ahí; sí, la moral está ahí.

¿Puede ensombrecer el panorama la retirada de Donald Trump del acuerdo?

En París los Gobiernos nacionales hicieron el gran trabajo que se esperaba de ellos. Con o sin Trump, ahora todos van a desempeñar un papel distinto. Ajustarán las reglamentaciones, pero no pueden ofrecer la velocidad y la escala. Eso es tarea de los agentes económicos reales, lo que llamo la «sala de máquinas»: el sector privado, los Gobiernos subnacionales, los inversores y cualquiera que guarde relación con la reducción de emisiones en sí. Es por ello que ahora estoy abajo, en la sala de máquinas, con los responsables del verdadero trabajo. En realidad, no tiene nada que ver con Trump.

Varias investigaciones recientes sugieren que facilitar a las mujeres un mayor acceso a la educación y la libertad reproductiva podría suponer el mayor impacto individual en la descarbonización. ¿Cómo mitigaría esa acción el cambio climático?

Uno de los errores que hemos cometido es no darnos cuenta de que todo está interrelacionado. Resulta más fácil fijarse en las grandes fuentes de emisiones, como la industria pesada, que en las pequeñas y diseminadas. Vemos la gran cabeza: las centrales eléctricas y los sistemas de transporte. Pero, cuando miras la enorme cola, se hace evidente que las mujeres desempeñan un gran papel en la reducción de emisiones. Eso es debido a su influencia en el uso de la tierra, la seguridad alimentaria y la reproducción, y, por supuesto, también a sus contribuciones a los modelos, las predicciones y como arquitectas de estrategias adaptativas.

Pensemos en lo que significarían 2000 millones de personas más en este planeta. Si las mujeres pudiesen elegir su comportamiento reproductivo de forma más deliberada, la cifra podría ser distinta. Cuanto más aumente la calidad de vida de las mujeres a través de la educación, la decisión sobre su propio cuerpo, el acceso a una producción sostenible de alimentos y las energías limpias, mejor gestionaremos las emisiones.

Después de usted ha habido más mujeres en puestos de poder en la ONU. Pero, en lo que se refiere a las negociaciones sobre soluciones climáticas en general, se ha criticado que no son suficientes. ¿Cuál es su posición al respecto?

Me he vuelto muy intolerante a las salas, grupos de expertos, fotos o cualquier cosa en la que haya una enorme preponderancia de hombres. Hace poco asistí a un evento en el que éramos 28 hombres y yo. Empleé mi discurso de apertura —como hago a menudo— para señalar que se trataba de algo sencillamente inaceptable. Les digo: «Buenos días, ¿qué es lo que no encaja en esta sala?». Y entonces guardo silencio y dejo que lo averigüen ellos. A menudo ni siquiera saben de qué estoy hablando. Pero creo que debemos sacarlo a relucir constantemente, ya que de otro modo nadie se alarma. Hacer que la gente se sienta incómoda es la única forma de cambiar las cosas. IyC

por H. Joachim Schlichting

H. Joachim Schlichting es exdirector del Instituto de Didáctica de la Física de la Universidad de Münster.



¡Salta, piedrecita, salta!

Cuando un guijarro plano golpea la superficie del agua formando un pequeño ángulo, esta actúa como un rampa que lo impulsa hacia arriba. ¿A qué se debe?

Un pasatiempo que divierte por igual a niños y adultos consiste en intentar que una piedra lisa dé saltos sobre el agua en calma. Hacer la rana, cabrillas, patitos, sapitos o simplemente tirar piedras al agua son algunas de las expresiones con las que se conoce este popular juego, cuya única regla es conseguir que la piedra rebote tantas veces como sea posible. El hecho de que, en determinadas circunstancias, los proyectiles no se hunden de manera inmediata se conoce al menos desde la Antigüedad.

Hoy en día incluso hay competiciones de esta actividad, como ocurre con tantas otras. El récord mundial lo estableció en 2013 Kurt Steiner con 88 saltos, en un lanzamiento en el que la piedra recorrió una distancia de casi cien metros. Para alguien que a duras penas logra unos pocos rebotes, algo así resulta admirable y desalentador a partes iguales.

Que intentemos estos trucos precisamente con piedras, objetos que se distinguen por hundirse con rapidez debido a su gran densidad, tiene que ver sobre todo con el hecho de que se encuentran muy a menudo en el borde del agua, con lo que casi están pidiendo que las lancen. Además, los guijarros cumplen otra condición importante: el proyectil tiene que ser lo más liso y redondo posible. Las piedras que yacen en la orilla a menudo ya están pulidas, después de que los ríos hayan restregado unas contra otras repetidas veces en su camino hacia el valle. Si, además, los cantos rodados que arrastra el río proceden de delgadas capas de rocas sedimentarias, predominarán las piedras planas, perfectas para hacer la rana.

Piruetas sobre el agua

Para conseguir que un disco así salte, es necesario conferirle, además de un vuelo recto hacia delante, una componente de movimiento hacia arriba a través de la interacción con el agua. Esto solo es posible por medio de una fuerza adecuada en el momento del impacto, de la cual dependerá que la pequeña losa se hunda o rebote con suficiente potencia.

Para que ocurra esto último, la piedra debe sobrevolar el agua con una trayectoria baja y de manera oblicua, con su lado plano ligeramente inclinado con respecto a la horizontal. Así pues, hemos de considerar dos ángulos relevantes: el ángulo de impacto que forma la trayectoria del centro de gravedad de la piedra con la superficie del agua en el momento de tocarla, y el de inclinación de su lado plano con respecto a la superficie del agua.

Hay un truco simple y eficaz que ayuda a generar un ángulo de inclinación relativamente constante: con un movimiento repentino de muñeca, intentaremos que la piedra rote lo más rápido posible alrededor de su eje vertical. Ese efecto la asimila a una peonza, un cuerpo que conserva en gran medida su posición durante el giro. De esta manera podremos fijar el ángulo de inclinación ideal para todo el vuelo en el momento de liberarla.

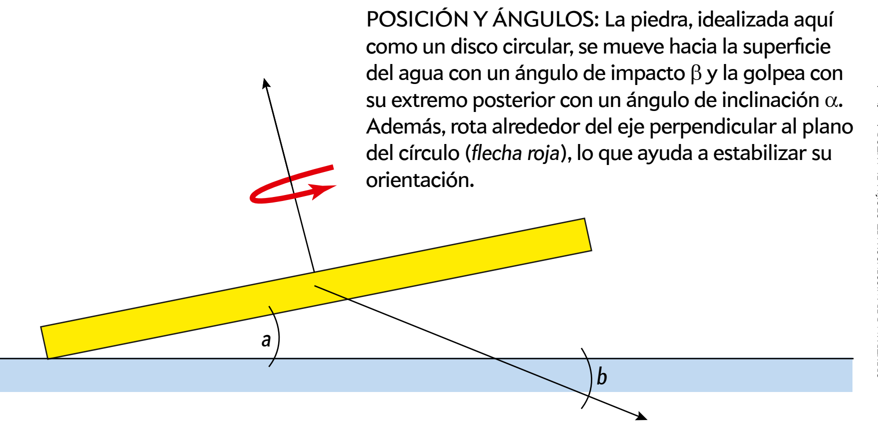
Una piedra en rotación lanzada de este modo impacta primero con su borde posterior. Al hacerlo, ejerce una fuerza sobre el agua y la pone en movimiento. A continuación, actúa sobre la piedra una fuerza de reacción de igual magnitud (debida al arrastre o rozamiento del fluido), la cual resulta proporcional al cuadrado de la velocidad y al área de la superficie de contacto.

Al principio, debido a que el área de contacto es reducida, la fuerza de reacción no bastará para compensar el peso del objeto, por lo que este seguirá hundiéndose. Como consecuencia, sin embargo, la sección transversal crecerá, por lo que llegará un momento en el que será tan grande que la piedra no solo dejará de hundirse, sino que acelerará sobre la rampa de agua que ha surgido mientras tanto y saldrá disparada hacia arriba. Para lograr esto, los valores de los ángulos de impacto y de inclinación han de encontrarse en el intervalo apropiado.

De cara al primer rebote, aún está en nuestras manos —literalmente— fijar ambos ángulos de manera independiente. A partir de ese momento, el ángulo de impacto también dependerá del de inclinación. Este, sin embargo, se mantendrá esencialmente constante gracias a la rotación de la piedra.

Ángulo óptimo

Si queremos que nuestro proyectil rebote numerosas veces, habremos de conseguir que tanto la energía cinética de traslación



POSICIÓN Y ÁNGULOS: La piedra, idealizada aquí como un disco circular, se mueve hacia la superficie del agua con un ángulo de impacto β y la golpea con su extremo posterior con un ángulo de inclinación α. Además, rota alrededor del eje perpendicular al plano del círculo (*flecha roja*), lo que ayuda a estabilizar su orientación.

SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT, SEGÚN EL AUTOR (*gráficos*)

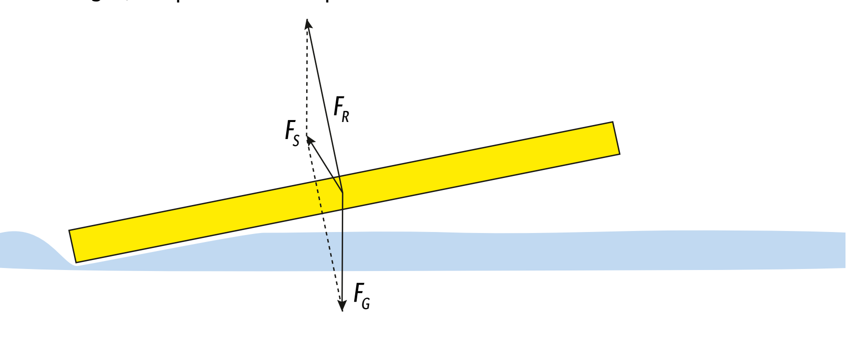
SALTOS EN EL AGUA: La piedra plana que aparece en la parte superior derecha de la imagen se encuentra a punto de efectuar un nuevo salto. Dado que las perturbaciones en la superficie del agua desaparecen poco a poco, el número de saltos puede contarse con facilidad. El récord mundial de rebotes lo estableció en 2013 Kurt Steiner, quien logró 88 saltos.

como la de rotación (proporcionales al cuadrado de las velocidades respectivas) sean lo mayores posible. Debido a que tales energías proceden de la fuerza muscular del lanzador, así como de su destreza para usarla de manera óptima, existe un límite natural para el número de rebotes.

Reviste gran importancia minimizar las pérdidas de energía de la piedra por el rozamiento con el agua. Esto implica, sobre todo, mantener los tiempos de contacto en valores óptimos: deben ser lo suficientemente cortos, a fin de que el guijarro no se frene en exceso, pero lo bastante largos como para que la fuerza de reacción baste para impulsar los saltos. Para ello, los ángulos de impacto e inclinación han de ser los adecuados, de modo que cada vez concurran una velocidad de rebote máxima y un tiempo de contacto mínimo.

En los últimos años, este inocente juego también se ha convertido en objeto de investigaciones sistemáticas. En un estudio publicado en 2005, los autores usaron piedras modelo hechas de pequeñas placas de aluminio, con unas dimensiones dadas y una masa fija, y analizaron tanto empírica como teóricamente los parámetros óptimos para lograr el mayor número de saltos. Entre otros resultados hallaron que, para conseguir un rebote perfecto, se necesita un ángulo de inclinación con respecto a la superficie del agua de aproximadamente 20 grados, con independencia de cuáles sean las velocidades de traslación y de rotación. Así pues, quienes deseen batir marcas pueden servirse ahora de resultados científicos para complementar su intuición y experiencia.

FUERZAS: Al impactar contra el agua, sobre la piedra actúan su peso, F_G, y la fuerza de reacción del agua, F_R. La resultante, F_S, es una fuerza que acelera la piedra hacia fuera del agua, aunque también se opone a su avance.



PARA SABER MÁS

Skipping stones. Lionel Rosellini et al. en *Journal of Fluid Mechanics*, vol. 543, págs. 137-146, noviembre de 2005.

por Alejandro Pérez Carballo

Alejandro Pérez Carballo es profesor de filosofía en la Universidad de Massachusetts en Amherst.



Preferencias sobre preferencias

¿Es irracional preferir tomar café con azúcar aun cuando nos gustaría preferir lo contrario?

Ignoro si alguien ha hecho una encuesta al respecto, pero no me sorprendería si me dijesen que la mayor parte de los vegetarianos no solo prefieren una dieta sin carne, sino que también prefieren tener esas preferencias. Si les diesen la posibilidad de cambiar su parecer —alguna pastilla, quizá, que les hiciese querer comer carne— no la tomarían. En otras palabras, si pueden elegir entre llevar una dieta con o sin carne, se decantarán por lo segundo. Y si pudieran elegir entre desear una dieta con carne y una vegetariana, escogerían la segunda posibilidad.

Hagamos de lo anterior una definición formal. Diremos que sus preferencias son «concordantes» si cumplen con lo siguiente: dadas las posibilidades A y B, usted prefiere A a B si y solo si desea preferir A a B en lugar de preferir B a A.

Sin embargo, parece evidente que no hay nada irracional en tener preferencias no concordantes. Si me dan a elegir, yo prefiero tomar el café con azúcar a tomarlo sin ella. Pero, si pudiera, cambiaría esas preferencias: ¡ojalá me gustase más el café sin azúcar! Si bien mi situación tal vez resulte algo lamentable, no parece implicar ningún tipo de irracionalidad.

Y, por supuesto, también están aquellos casos en los que nos es indiferente qué preferencias tener. Yo prefiero pasar la tarde en casa cocinando a pasarla en el teatro. Pero me daría lo mismo si fuese al revés: si alguien me dijese que mañana voy a despertar prefiriendo pasar la tarde en el teatro en lugar de en la cocina, no le otorgaría la menor importancia.

De hecho, la mayoría de nuestras preferencias parecen ser de ese tipo: mis opiniones sobre la hora de la cena, el color de mis zapatos, a dónde ir de vacaciones... todas ellas son preferencias sobre las cuales no tengo ninguna actitud particular.

Así pues, parece que podemos hablar de tres tipos de preferencias: aquellas concordantes (las cuales seguiría manteniendo si me diesen a elegir), aquellas contradictorias (las cuales cambiaría si pudiese), y aquellas que me resultan indiferentes. Tal vez haya personas cuyas preferencias sean todas del primer tipo, pero la mayoría de nosotros no somos así. Y parece innegable que esto no debería impedirnos ser racionales.



Preferencias y situaciones futuras

Pongamos un poco de orden. A veces hablamos de preferencias entre objetos: por ejemplo, tal vez prefiramos un café a una manzanilla. En otras ocasiones se trata de preferencias entre situaciones: puede que alguien prefiera que el Barça gane la Liga de Campeones a que la gane el Bayern de Múnich. Por último, existen también preferencias entre acciones: preferimos ir al cine a ir al teatro.

Sin embargo, no es difícil ver que todas ellas son maneras distintas de hablar de lo mismo. Baste con observar que usted preferirá un café a una manzanilla (dos objetos) si y solo si prefiere tomar un café a tomar una manzanilla (dos acciones), lo cual a su vez solo tendrá lugar si prefiere que usted tome un café a que usted tome una manzanilla (dos situaciones). Así pues, mejor pensar en todas nuestras preferencias como en preferencias entre situaciones posibles. Hablar de acciones u objetos no es más que una manera conveniente de abreviar locuciones un poco complicadas.

Notemos ahora que existe una relación bastante simple entre las preferencias de un agente racional y las decisiones que tomará: usted prefiere la situación S sobre la situación S' si y solo si, en caso de que le den a elegir entre ambas, sucederá S. Por supuesto, esto solo tiene validez si S y S' corresponden a situaciones que, de un modo u otro, tendrán lugar en función de lo que usted decida. Por más racional que sea, y por más que prefiera que gane el Barcelona a que lo haga el Bayern, que alguien le dé a escoger entre la victoria de un equipo u otro no garantizará que venza su favorito.

Diremos que una situación S «depende de usted» si es usted quien tiene potestad para determinar si S tendrá lugar. Si se encuentra en un bar, la situación en la que usted tomará un café y no una manzanilla depende de usted (al menos si dispone de dinero para pagar, no ha enfadado al camarero, hay café, etcétera). Nuestra observación anterior puede entonces reformularse de la siguiente manera:

(1) *Para todo agente racional A, si S y S' dependen de A, entonces A prefiere S sobre S' si y solo si, toda vez que A deba escoger entre S y S', elegirá S.*

Preferencias sobre situaciones equivalentes

Los modelos clásicos definen las preferencias racionales en términos de comparaciones de la «utilidad esperada» de una

situación. Este concepto, relativamente simple, constituye una generalización de la noción de ganancia esperada, la cual tal vez le resulte familiar.

Supongamos que le ofrecen una apuesta que le hará ganar 10 euros si el 1 de enero de 2018 llueve en Madrid. En tal caso, podemos asignar a dicha apuesta un valor: uno correspondiente a la ganancia esperada. Esta viene dada por el promedio de las dos situaciones posibles, ponderadas según su nivel de creencia en cada una de ellas. Si usted asigna una probabilidad de 0,6 a que el 1 de enero llueva en Madrid, la ganancia esperada de esta apuesta será

$$10 \times 0{,}6 + 0 \times 0{,}4 = 6 \text{ euros.}$$

Supongamos ahora que le ofrecen otra apuesta más: una donde ganará 10 euros si llueve en Madrid el 1 de junio de 2018. Imagine, además, que usted asigna a dicho evento un nivel de creencia de 0,5. En tal caso, la ganancia esperada de esta segunda apuesta se reduce a

$$10 \times 0{,}5 + 0 \times 0{,}5 = 5 \text{ euros.}$$

Si a usted solo le importa el dinero, sería irracional preferir la segunda apuesta, ya que esta ofrece una ganancia esperada menor.

Ahora bien, ¿qué sucedería si a usted le resultase mucho más inconveniente que lloviese el 1 de junio? Tal vez tenga pensado organizar una caminata por Madrid ese día, por lo que la lluvia le arruinaría los planes. Y quizás el 1 de enero vaya a quedarse en casa, de modo que no le importaría que lloviese. En un caso así, ¿cuál de las dos apuestas elegiría?

Los modelos clásicos no ofrecen una respuesta a esta pregunta. Sin embargo, sí imponen ciertas restricciones sobre sus preferencias.

Consideremos todas las situaciones posibles que no dependen de usted: lloverá ambos días; lloverá el 1 de enero pero no el 1 de junio; no lloverá el 1 de enero pero sí el 1 de junio; no lloverá ninguno de esos dos días. Decimos que sus preferencias entre las posibles combinaciones de una situación dada y una de las apuestas son racionales si y solo si es posible asignar un valor numérico a cada una de ellas, de tal modo que usted prefiere una combinación a otra solo si el valor esperado de la primera es mayor que el de la segunda.

Para ilustrar cómo funcionan este tipo de situaciones, consideremos un patrón de preferencias claramente irracional: bajo el supuesto de que lloverá el 1 de junio, usted prefiere la primera apuesta; bajo el supuesto de que no lloverá el 1 de junio, también prefiere la primera apuesta; sin embargo, usted se decanta por la segunda. Sus preferencias son entonces incomprensibles: si prefiere la primera apuesta pase lo que pase el 1 de junio, ¿cómo puede ser que, al final, prefiera la segunda?

La irracionalidad de semejante combinación de preferencias queda reflejada en el modelo clásico de la siguiente manera: no es posible asignar un valor numérico a cada una de las posibilidades (un valor que cuantificaría cuánto desea usted cada situación) de modo que sus preferencias concuerden con la comparación entre dichos valores.

Ahora bien, a partir de la definición de utilidad esperada es posible demostrar lo siguiente: para cualesquiera S y S', si su nivel de creencia en el enunciado «S si y solo si S'» es 1 (es decir, si sabe con certeza que S tendrá lugar si y solo si S' ocurrirá), entonces la utilidad esperada de S ha de ser la misma que la utilidad esperada de S'. (Si lo piensa con detenimiento, se dará cuenta de que se trata de una conclusión bastante intuitiva.) Como consecuencia directa de esto, podemos deducir lo siguiente:

(2) *Si usted sabe con certeza que S tendrá lugar si y solo si ocurre S', y si sabe con certeza que T tendrá lugar si y solo si ocurre T', entonces usted preferirá S a T si y solo si prefiere S' a T'.*

Concordancia y racionalidad

Llegados aquí es posible formular un argumento que, contra todo pronóstico, nos llevará a concluir que tener preferencias no concordantes es irracional. Dicho argumento se deriva de dos enunciados tan aparentemente inocuos como (1) y (2).

Supongamos que usted es un agente racional, que S y S' dependen de usted, y que le dan a escoger entre S y S'. A partir de (1), podemos concluir que usted elegirá S si y solo si prefiere S a S'.

Por tanto, si usted sabe que es un agente racional, sabrá también con certeza que

elegirá S (frente a S')
si y solo si
prefiere S (a S').

Si ahora combinamos esta última observación con (2), podemos deducir que, si usted sabe que es un agente racional,

prefiere elegir S (a elegir S')
si y solo si
prefiere preferir S (a preferir S').

Limpiemos un poco estos enunciados. ¿Qué quiere decir «preferir elegir algo» y que implica «saber» que uno es racional?

Observemos en primer lugar que usted prefiere S a S' si y solo si, toda vez que le den la oportunidad de elegir, prefiere elegir S a elegir S'. De modo que, si usted sabe que es un agente racional,

usted prefiere S (a S')
si y solo si
prefiere preferir S (a preferir S').

Y esto quiere decir que, si usted sabe que es racional, sus preferencias han de ser concordantes.

De por sí este resultado ya resulta bastante curioso. ¿Por qué tendríamos que suponer que, si usted sabe que es racional, sus preferencias han de ser concordantes? Pero, además, ello sugiere fuertemente que no es posible ser racional si se tienen preferencias no concordantes: de lo contrario, tendría que ser posible ser racional y tener preferencias no concordantes, aun cuando no es posible saber que se es racional teniendo preferencias no concordantes.

El modelo clásico sugiere, por tanto, que la racionalidad exige que nuestras preferencias sean siempre concordantes. Pero esto es bastante extraño. Sin duda, puede que haya algo sospechoso en alguien que, como yo, prefiere el café con azúcar aun cuando desearía preferirlo amargo. Pero resulta muy difícil argumentar que hay algo irracional en una persona que prefiere zapatos marrones a zapatos negros, pero a quien le es indiferente tener esas preferencias o las contrarias. Así que tal vez tengamos que abandonar el modelo clásico: tal vez nuestras preferencias no surjan de comparaciones de la utilidad esperada. IyC

PARA SABER MÁS

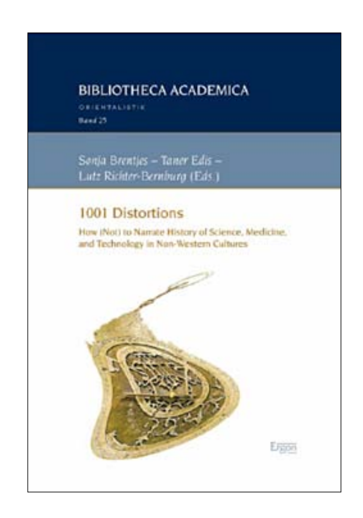
Un análisis canónico de las preferencias sobre preferencias es el de Richard C. Jeffrey en **Preference among preferences**, *The Journal of Philosophy*, vol. 71, n.º 13, julio de 1974.

El argumento de esta columna aparece en mi artículo **Rationality and second-order preferences**, *Noûs*, publicado en línea en julio de 2016.

EN NUESTRO ARCHIVO

Razonamientos impecables, decisiones equivocadas. Alejandro Pérez Carballo en *IyC*, octubre de 2016.

Razonamientos impecables, decisiones equivocadas (II). Alejandro Pérez Carballo en *IyC*, diciembre de 2016.



1001 DISTORTIONS
HOW (NOT) TO NARRATE HISTORY OF SCIENCE, MEDICINE, AND TECHNOLOGY IN NON-WESTERN CULTURES

Dirigido por Sonja Brentjes, Taner Edis y Lutz Richter-Bernburg
Ergon, 2016

Buenas y malas prácticas en historia de la ciencia

Denuncia de distorsiones y delimitación de fronteras disciplinares

«1001 Inventions es una premiada organización internacional de ciencia y patrimonio cultural, con sede en Gran Bretaña, que crea campañas educativas internacionales y participa en producciones transmedia con el objetivo de dar a conocer las contribuciones a la ciencia, la tecnología y la cultura de la edad de oro de la civilización musulmana.» Con estas palabras se presenta al público la organización 1001 Inventions, sustentada por la Fundación para la Ciencia, la Tecnología y la Civilización, con sede en Manchester, y que, por medio de un juego de palabras, da nombre al libro que nos ocupa: *1001 distortions*, el subtítulo del cual es todavía más explícito acerca de su motivación: *Cómo (no) narrar la historia de la ciencia, la medicina y la tecnología en culturas no occidentales*.

La página web de esta organización explica que ha colaborado con la UNESCO, la Academia de Ciencias de Nueva York, National Geographic, la Real Sociedad de Ciencia y el Instituto de Física de Gran Bretaña, así como con académicos líderes para producir exposiciones interactivas, cortos, espectáculos, libros y materiales de aprendizaje usados por cientos de miles de educadores en todo el mundo. El objetivo de *1001 distortions*, coordinado por Sonja Brentjes, investigadora del Instituto Max Planck de Historia de la Ciencia de Berlín; Taner Edis, catedrático de física de la Universidad Truman en Kirksville, y Lutz Richter-Bernburg, catedrático retirado de estudios islámicos en la Universidad de Tubinga, es, por tanto, claro: denunciar las imprecisiones e incluso falsedades que esta organización esparce con sus productos divulgativos sobre la ciencia musulmana a lo largo de la historia.

Uno de estos productos es la exposición itinerante que, bajo el título «1001 Inventions: Discover the golden age of Muslim civilization», pudo verse en Washington bajo los auspicios de National Geographic entre agosto de 2012 y febrero de 2013. La crítica contenida en este volumen se centra especialmente en el libro que acompañó a la exposición, titulado *1001 inventions: The enduring legacy of Muslim civilization*, y del cual se han publicado ya varias ediciones. La exposición y sus productos han podido verse cuatro veces en Londres, tres en Nueva York (dos de ellas en la sede de las Naciones Unidas) y en París, respaldada por la UNESCO.

Según los autores de *1001 distortions*, la exposición, el libro que la acompaña y, en definitiva, la organización que hay detrás persiguen difundir el mensaje de que la ciencia y la tecnología actuales dependen de las invenciones y los descubrimientos efectuados en su día por eruditos medievales musulmanes, lo que describen como una distorsión fundamental de la historia con base ideológica. Los autores denuncian las numerosas exageraciones que contiene el libro, según las cuales los musulmanes habrían sentado las bases de casi todas las ciencias modernas, habrían inventado casi todos los dispositivos tecnológicos importantes hoy en uso y habrían revolucionado todo lo que aprendieron de los eruditos que vivieron antes del siglo VII o fuera de lo que en el libro recibe el apodo de «mundo musulmán».

1001 distortions reúne una serie de contribuciones de diversos historiadores de la ciencia árabe para desmentir, puntualizar y contextualizar varias de las afirmaciones sostenidas por 1001 Inventions. La primera parte del volumen se centra en aportar testimonios sobre el uso interesado de la historia de la ciencia a lo largo de la historia. La construcción de la historia de la ciencia en la España de Franco es uno de los ejemplos que figuran en esta sección de la obra y que ayudan a reflexionar sobre las narrativas sobre ciencia, medicina y tecnología que los propios académicos han creado a lo largo de la historia para servir a unos determinados intereses, creencias o élites. Esta parte cuenta también con una entrevista a la reconocida historiadora de la ciencia Lorraine Daston, directora del Instituto Max Planck para la Historia de la Ciencia de Berlín, quien reflexiona sobre la construcción del eurocentrismo en la historia de la ciencia.

La segunda parte del libro se centra en corregir los errores más flagrantes de 1001 Inventions. Cuestiones como la importancia real de la Casa de la Sabiduría como poderoso centro de discusión académica, la invención del astrolabio o la atribución de la paternidad del primer vuelo y del descubrimiento de la circulación menor de la sangre se discuten, dilucidan y contextualizan históricamente a cargo de especialistas en los distintos ámbitos históricos y científicos.

Finalmente, la tercera sección de la obra trata los problemas de la popularización del trabajo académico y el impacto de 1001 Inventions a través de algunos casos particulares. Esta parte cierra con un indispensable artículo que invita a reflexionar sobre la responsabilidad del historiador de la ciencia sobre sus críticas, en especial cuando estas pueden alinearse y servir de materia prima a poderosos sectores islamófobos.

Los autores exponen que, tras la aparición de sus críticas en distintos medios, la organización de 1001 Inventions se puso en contacto con ellos para trabajar juntos. Tras unos meses, sin embargo, la colaboración se truncó y los productos de la organización siguen hoy conservando muchos de sus errores iniciales. Según Brentjes, 1001 Inventions peca de una grave «precursoritis musulmana» —usando el término acuñado por Abdelhamid Sabra e inicialmente dirigido a los arabistas—, así como de filoarabismo y de un desinterés por la precisión del contexto histórico.

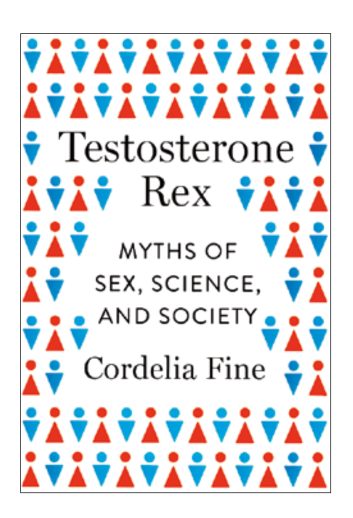
Es absolutamente necesario denunciar, como hace *1001 distortions*, los errores a los que puede conducir y conduce la poca atención al contexto histórico o el desconocimiento de habilidades bási-

cas para el análisis de las fuentes históricas, de las cuales, se supone, están en posesión los profesionales del campo. Sin embargo, sorprende la forma que los editores del libro dan a la denuncia de estos hechos tal y como la presentan en la introducción: toda la crítica hacia el proyecto de 1001 Inventions está estructurada en torno a la separación entre aficionados y profesionales de la historia de la ciencia. Como la propia Brentjes reconoce en una reseña anterior de 1001 Inventions, los «pecados» del libro y la exposición mencionados arriba son, y han sido históricamente, también propios del campo de estudio de la ciencia árabe dentro de la historia de la ciencia. Y, como la propia historia de la ciencia ha puesto de relieve, especialmente en los últimos años, los límites entre el amateurismo y la profesionalidad son histórica y políticamente contingentes.

En muchos casos, al mirar al pasado, los historiadores de la ciencia hemos tenido que abrir nuestro campo de visión para incorporar a quienes en su momento eran considerados *amateurs*, sin los cuales algunos de los procesos de generación de conocimiento científico quedaban oscuros o incomprensibles. Así han aparecido las mujeres, los artesanos, los técnicos de laboratorio y los indígenas en regiones coloniales aportando luz a la comprensión de cómo se construye el conocimiento científico.

Resulta sorprendente que, en estos momentos, la crítica a la historia de la ciencia desinformada, descontextualizada y hasta inventada se centre en su calidad de *amateur* y no en la denuncia de estas propiedades y en la búsqueda de sus raíces. Como Brentjes admite, estas características han formado también parte del ámbito académico y de la producción de sus profesionales. ¿Por qué, pues, no centrarse en los problemas y en sus soluciones? Probablemente —¡esperemos!— el ámbito académico estará más cerca de las soluciones para evitar aquellos errores. Sin embargo, la historia nos enseña que no resulta de excesiva utilidad fijarnos en las fronteras que impone un cierto contexto histórico sobre lo que es «profesional» o «aficionado» para delimitar aquello que constituye una «buena» o «mala» historia de la ciencia.

—Clara Florensa
Centro de Historia de la Ciencia
Universidad Autónoma de Barcelona



TESTOSTERONE REX
MYTHS OF SEX, SCIENCE, AND SOCIETY
Cordelia Fine
W. W. Norton & Company, 2017

Hombres, mujeres y selección sexual

De los mecanismos biológicos a los culturales

Aunque envuelto en el celofán de un riguroso trabajo científico, se trata de un alegato ideológico con los fundamentos empíricos cuidadosamente seleccionados en pro de la tesis defendida: los roles sexuales del pasado y del presente constituyen meras sugerencias para el futuro. A caballo entre naturaleza y cultura, *Testosterone rex* reclama una sociedad más igualitaria entre ambos sexos. La testosterona hace a los hombres más altos, con vello y voz profunda. Produce otras características que reputamos masculinas, como liderazgo, violencia y poderío. Mas la testosterona opera en concierto íntimo con estructuras de relación. Incluso algo tan incontrovertiblemente binario como nuestros genitales, masculinos y femeninos, formarían parte de un complejo sistema cultural. Los genitales y la socialización del género aportarían la ruta del sistema de desarrollo más obvio por donde la sexualidad biológica afectaría al cerebro humano. Tal es la tesis de Fine, psicóloga de profesión, quien había dado muestras de su habilidad expositiva en dos libros de neurociencia popular, *A mind of its own* y *Delusions of gender*.

El ser macho o hembra no constituiría a alguien en varón o mujer en la sociedad. No existe, sostiene, un cerebro de hombre y un cerebro de mujer. En cuanto se reconoce la masculinidad o feminidad de alguien, otras personas comienzan a tratarle de diversas formas como uno u otra con el apoyo de juguetes, libros, modelos de funciones y un millón de otros medios sutiles. Podemos reconstruirnos a nosotros mismos. No lo hemos hecho hasta ahora y resulta obligado preguntarse si el racionalismo optimista es lo suficientemente fuerte para vencer el arquetipo incrustado de situar al varón arriba y a la mujer abajo. Fine declara que ha llegado el momento de ser menos correcto y moralmente aquiescente. La autora es militante.

Fine se revuelve con vehemencia y humor contra lo que considera mitos incrustados en la sociedad; a saber, que, por acción de la evolución biológica, los varones amarían la arena de la competición y las mujeres odiarían la contienda; ellas preferirían el cuidado de la prole y ellos las carreras de coches o presidir empresas; los hombres serían promiscuos y las mujeres, fieles [*véase* «Hombres promiscuos, mujeres castas y otros mitos», por Cordelia Fine y Mark A. Elgar, *en este mismo número*]. Esas preeminencias atribuidas al varón se fundarían en la concentración de testosterona.

Fine pugna en su alegato contra el gradiente de Bateman, así llamado en honor al genético británico Angus Bateman, cuya investigación se inspiraba en la teoría de la selección sexual de Charles Darwin, tesis ideada para dotar de sentido a determinadas características de machos y hembras en el curso de la escala animal. Bateman ofreció una explicación convincente de por qué los machos se enzarzan en peleas y luego las hembras escogen entre ellos. Se proponía someter a contrastación una inferencia de la teoría de la selección sexual: al igual que la selección natural, la sexual necesita variabilidad en el éxito reproductor; si todos tuvieran idéntico éxito en la producción de descendencia,

no habría base para distinguir entre individuos más y menos eficaces. Si, tal y como Darwin sugería, la selección sexual actúa de manera más poderosa sobre los machos, habrá una mayor variabilidad en el éxito reproductor de los machos que entre el de las hembras.

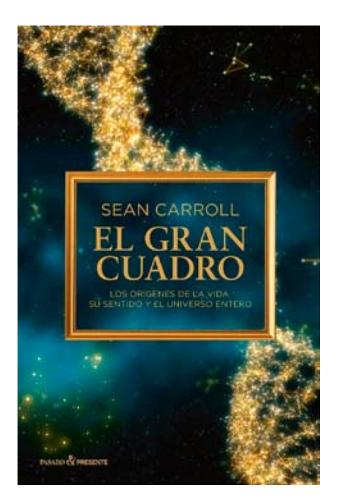
Bateman sometió a contrastación empírica la teoría de la selección sexual. A tal fin, ideó seis series de experimentos en los que machos y hembras de la mosca del vinagre (*Drosophila melanogaster*) se mantenían, atrapados en frascos de vidrio, de tres a cuatro días. Al final de ese período, Bateman resolvía cuántos descendientes habían tenido cada macho y cada hembra, y de cuántos apareamientos distintos. Para ello necesitó no pocas dosis de ingenio, puesto que en aquella época, los años cuarenta del pasado siglo, la biología molecular no contaba con los equipos de identificación de paternidad que hoy podemos comprar en el supermercado. El trabajo de Bateman fue el primer informe científico sobre la mayor variabilidad de los machos en el éxito reproductor; por ejemplo, el 21 por ciento de los machos no conseguía dejar descendencia, frente al 4 por ciento de las hembras. Los machos mostraban también mayor variabilidad en el número estimado de apareamientos. Pero fue la conexión de los dos hallazgos lo que constituyó la base de la explicación de por qué los machos compiten y las hembras escogen. Bateman llegaba a la conclusión de que, si bien el éxito reproductor del macho aumentaba con la promiscuidad, no ocurría lo mismo con el éxito reproductor de la hembra.

Ignorado durante largo tiempo, el trabajo de Bateman reapareció en la labor del biólogo evolutivo Robert Trivers, cuyo artículo capital se centraba en la mayor inversión que requiere la producción del óvulo comparada con la del espermatozoide. Bateman descubrió que el nexo entre el número de parejas y el éxito reproductor era mayor, con un gradiente más intenso para el macho que para la hembra. En términos evolutivos, importaba para los machos de cualquier especie ser promiscuos; las hembras, por otro lado, tienen que poner más recursos en producir huevos, así como en la gestación y cuidado de la prole, lo que determina su elección de pareja. Fine señala los experimentos de Bateman y posteriores elaboraciones de Trivers como el origen de los estereotipos sobre un macho tosco y hembras galantes.

Sin embargo, esgrime Fine, el trabajo de Bateman adolecía de numerosos errores, descubiertos algunos por Brian Snyder y Patricia Gowaty. En dos tercios de los experimentos de las series de Bateman, denunciaban, sus datos indicaban que los machos habían producido más progenie que las hembras, una imposibilidad lógica, puesto que todo individuo necesita del concurso del padre y de la madre. Los datos, además, estaban sesgados. Ni la promiscuidad ni la competición, declara tajante Fine, son necesarios para preservar el éxito reproductor del macho. Las investigaciones biológicas han venido descubriendo especies sin el gradiente masculino de Bateman.

Lo cierto es que Fine, en su *parti pris*, omite las conclusiones de un metanálisis realizado en 2016, el cual confirmaba la tesis de que, a lo largo del reino animal, la selección sexual suele ser más intensa para los machos. Un estudio que refleja el agitado estado en el que se encuentra la ciencia de la selección sexual.

—Luis Alonso



EL GRAN CUADRO
LOS ORÍGENES DE LA VIDA, SU SENTIDO Y EL UNIVERSO ENTERO
Sean Carroll
Pasado & Presente, 2017

El ser humano en el relato cósmico

Una explicación naturalista del todo

Abre Sean Carroll *El gran cuadro* con su experiencia con la muerte cercana, a milímetros de ella, a causa de un percance sufrido en una autopista de Los Ángeles. Pensó en la nimiedad de una vida humana comparada con la inmensidad del universo, objeto de su tarea académica.

Transcurridos 14.000 millones de años desde la gran explosión, la región del espacio que podemos observar cuenta con cientos de miles de millones de galaxias, cada una con cientos de miles de millones de estrellas. El ser humano, por el contrario, no es más que una insignificancia irrelevante de un planeta. Su trayectoria se mide en decenios, no en miles de millones de años. El ser humano es al universo menos que un átomo a la Tierra. Pese a todo, la existencia del sujeto importa al científico en cuanto tal. A grandes rasgos, esa es la tesis del libro.

Ante nosotros, pues, se presenta un doble reto. El primero, explicar la naturaleza del universo y justificar por qué consideramos verdadera esa descripción; el segundo, ofrecer terapia existencial, que, para el autor, significa la necesidad de integrar al ser humano en el relato cósmico. Somos una colección de átomos, personas conscientes que piensan, sienten y confieren sentido a la propia vida.

Carroll acomete ambos desafíos desde el naturalismo poético. Naturalismo en cuanto no se admite otra realidad que el mundo real. El calificativo «poético» ha de entenderse en el sentido de que existen numerosas descripciones del mundo, incluidas las contenidas en las ciencias especiales, el lenguaje de la psicología, de la economía, de la ética, de la poesía, etcétera. En cualquier caso, se trata de determinar la mejor forma de pronunciarse sobre el mundo. Hablamos de causas y razones suficientes para dar cuenta de la existencia de los objetos o fenómenos de la vida diaria, aun cuando no sea el vocabulario técnico empleado cuando se aborda la naturaleza en su nivel más profundo. El naturalismo se predica de una manera singular de la consciencia,

sin caer en el fisicalismo, aunque a la postre viene a defender lo mismo: toda experiencia consciente debe poder explicarse por principios físicos, o, al menos, no contradecirlos.

La observación y el método científico son las vías de conocer el mundo. Solo habría un mundo natural que, a nivel fundamental, consiste en campos cuánticos. Se supone que cualquier teoría física del futuro tendrá que subsumir la teoría cuántica de campos y la relatividad general. La teoría cuántica de campos constituye el lenguaje básico en el que está escrita la física moderna. El modelo de partículas y fuerzas fundamentales recibe aquí el apelativo de «teoría del núcleo». Pero no se agota ahí la labor del científico. Queda, por ejemplo, exponer cómo conectar esos principios con la complejidad del mundo. La emergencia de estructuras complejas no se halla en tensión con la tendencia general del universo hacia el desorden. En circunstancias idóneas, la materia se autoorganiza en configuraciones intrincadas con capacidad para extraer información del exterior. La culminación de ese proceso es la propia vida.

La teoría cuántica de campos aporta una perspectiva unificada del mundo subatómico. Su comportamiento está plenamente captado en la fórmula conocida como integral de camino de Feynman. Algunos rasgos del macromundo pueden asociarse a ella, otros no. A estos últimos los llama «emergentes»: formas de hablar sobre el mundo que no son incompatibles con la teoría cuántica, aunque no puedan fundarse en ella. Los fenómenos emergentes habían pertenecido en buena medida al dominio de la filosofía. No parecen someterse a la estricta metodología de la física, apoyada en la cuantificación, en la medida. Propio de la filosofía es buscar los nexos últimos que existen entre las cosas. Mas, para Carroll, esa tarea ha de incardinarse también en el campo de la física.

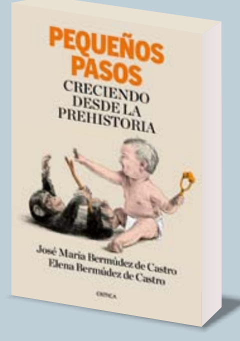
Carroll es físico teórico del Instituto de Tecnología de California y sus intereses se centran en la cosmología, la teoría de campos y la gravitación. Con una pluma ágil para la divulgación, que recuerda a Roger Penrose, no teme hincar el rejo en ámbitos alejados de su especialidad y hacerlo con voluntad de rigor. Pero no prueba, solo enuncia, que el pensamiento, la toma de decisiones, la consciencia y el valor son susceptibles de una explicación científica en acuerdo con la física desarrollada en el curso del último siglo.

Para el autor, toda descripción del mundo natural será legítima siempre y cuando sirva al objetivo propuesto y los enunciados sean coherentes con las teorías establecidas de la física y entre sí. Así, aunque las generalizaciones en economía pudieran ser la mejor forma de hablar de los cambios en los flujos monetarios, las generalizaciones genuinas de los flujos monetarios deben ser definidas por las leyes de la física. Admite que las leyes de la física son completas dentro del dominio de la física, en el sentido de que cualquier cambio en la configuración de los campos y las partículas puede explicitarse en términos de configuraciones previas y leyes fundamentales.

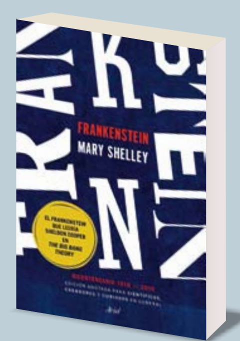
Se comprende que de la realidad se excluyan influencias astrológicas y paranormales. Pero resulta difícil admitir que el pensamiento, la consciencia y el libre albedrío encajen en movimientos de campos y partículas. Tales fenómenos no parecen compadecerse con una ontología física fundamental. Afirma que nuestros valores no han alcanzado todavía la correcta ontología, y se apresta a buscarla. Que no es su especialidad se manifiesta en la magra referencia a David Hume para apoyarse en su concepción de la ética y en el desconocimiento que muestra de los 2500 años de reflexión sobre el particular.

—Luis Alonso

NOVEDADES



PEQUEÑOS PASOS
CRECIENDO DESDE LA PREHISTORIA
José María Bermúdez de Castro y Elena Bermúdez de Castro
Crítica, 2017
ISBN: 978-84-17067-19-9
312 págs. (19,90 €)



FRANKENSTEIN
EDICIÓN ANOTADA PARA CIENTÍFICOS, CREADORES Y CURIOSOS EN GENERAL
Mary Shelley
Ariel, 2017
ISBN: 978-84-344-2714-3
400 págs. (22,90 €)

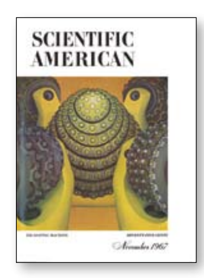
SOONISH
TEN EMERGING TECHNOLOGIES THAT'LL IMPROVE AND/OR RUIN EVERYTHING
Kelly Weinersmith y Zach Weinersmith
Penguin Press, 2017
ISBN: 9780399563829
368 págs (30 US$)



ASTROFÍSICA PARA GENTE CON PRISAS
Neil deGrasse Tyson
Paidós, 2017
ISBN: 978-84-493-3393-4
240 págs. (18 €)



Recopilación de Daniel C. Schlenoff



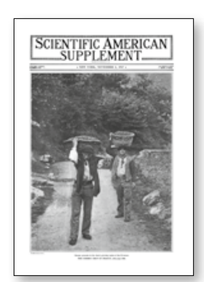
Noviembre 1967

La textura de la Luna

«Cuando los humanos pongamos el pie en la Luna por primera vez, ¿cómo será el suelo? ¿Quizá blando y polvoroso, como han sugerido algunos, o duro y crujiente, como han propuesto otros? La prueba más concreta nos ha llegado de la *Surveyor III*, que fue equipada con un dispositivo que podía cavar en el suelo de nuestro satélite y colocar muestras de su material ante una cámara de televisión para examinarlo de cerca. Las muestras exhibidas por la *Surveyor III* revelaron un material superficial granular, como de tierra suelta. Esa sonda fue uno de los vehículos espaciales que EE.UU. ha enviado a la Luna para preparar los vuelos Apolo, que llevarán al hombre a ella.»

Expectativas cumplidas

«¿Pueden las perspectivas de un profesor acerca del rendimiento de sus alumnos afectar a ese rendimiento? Sí, al parecer. Cuando a los docentes de una escuela elemental se les avisó de que ciertos estudiantes (cuyos nombres se eligieron al azar) podrían "destacar" intelectualmente, estos mostraron mayores progresos que otros durante el curso. Robert Rosenberg, de la Universidad Harvard, y Lenore Jackson, del Distrito Escolar Unificado de San Francisco Sur, informaron de esa "predicción autocumplida" en una reunión de la Asociación Americana de Psicología celebrada en septiembre. Los profesores, además, consideraron que esos "destacados" tendrían más posibilidades de cosechar éxitos y los calificaron de notablemente más interesantes, deseosos de saber y felices. Rosenberg y Jackson señalan que sus descubrimientos pueden influir en los actuales esfuerzos por mejorar la educación de la infancia en los suburbios.»



Noviembre 1917

La Revolución bolchevique

«¿Qué efecto tendrá la Revolución rusa en la guerra? La pregunta surge instintivamente en todas las mentes de cualquier nacionalidad. Cuando intentamos reflexionar sobre la revolución desde ese punto de vista, primero hemos de darnos cuenta de que al mismo tiempo nos estamos distanciando enormemente de los revolucionarios. Los rusos, como clase, contemplan la guerra como un incidente de la revolución, y no al revés; les interesa asegurarse de que la guerra no interfiera con su revolución, y no si la revolución pone en peligro nuestra guerra. Igualmente por ello, y a causa de la situación material de Rusia, debemos enfrentarnos al hecho indudable de que ese país está fuera de la guerra en lo que atañe a una participación efectiva.»



1917: Durante la Primera Guerra Mundial, las tropas británicas patrullan el río Tigris, en Mesopotamia, en un hidroplano propulsado por un motor de avión.

Lo que vale la mofeta

«Cuando la "señora Moda" dicta que se lleven pieles de mofeta, este animal es cazado en todos los rincones de EE.UU. De ello han resultado curiosos efectos. En verano las mofetas se alimentan básicamente de insectos, y el número de los que puede devorar una sola mofeta es ingente. La gran importancia económica de la mofeta quedó patente el verano pasado con la plaga de avispas chaqueta amarilla. De ordinario, las mofetas desentierran los nidos que esos himenópteros de aguijón agudo construyen en el suelo y se comen los insectos y las larvas. La mayor presencia de avispas chaqueta amarilla se debe sin duda a la caza masiva de mofetas. Tan molestos son esos insectos que los cultivadores frutícolas están considerando pedir una ley de protección para las mofetas.»



Noviembre 1867

Carbón frente a petróleo

«El revuelo en torno al petróleo alcanzó su punto álgido inmediatamente tras las pruebas con el equipo de destilación del *U.S.S. Palos*, en la bahía de Boston. Los resultados de los ensayos se proclamaron como exitosos por doquier. "Los días del carbón están contados", afirmaba un experto en un banquete pantagruélico ofrecido en Boston para celebrar "el gran acontecimiento de la época". La naviera Cunard no lo ha adoptado ni tampoco lo emplean los ferrocarriles. Y parece que si las mismas compañías petrolíferas tuvieran alguna confianza en el producto que tratan de vender al público, en la práctica podría presentarse de modo que pudiera equiparse al carbón.»

Falla la jugada rusa

«El éxito total del cable telegráfico del Atlántico ha supuesto el golpe de muerte del proyecto del telégrafo ruso, iniciado justo después de la pérdida del primer cable transatlántico de 1865. El *San Francisco Bulletin* ofrece los detalles del equipo de construcción que durante dos años y cuatro meses ha estado trabajando en la costa noroccidental. Pasaron sus veranos en un país en el que nunca anochecía durante semanas, con unas temperaturas invernales en la América rusa [Alaska] de hasta –56 °C. Los trabajos ya se han abandonado, y los materiales de valor, los depósitos y el personal han sido retirados.»

SCIENTIFIC AMERICAN, VOL. CXVII, N.º 18, 3 DE NOVIEMBRE DE 1917



FÍSICA DE PARTÍCULAS

El enigma de los neutrinos

Clara Moskowitz

El mayor experimento jamás realizado para estudiar estas misteriosas partículas podría marcar el camino hacia una nueva física.



CIENCIA PLANETARIA

Cassini en Saturno

Carolyn Porco

Una histórica exploración del planeta anillado, sin precedentes en cuanto a magnitud y espectacularidad, llega a su fin.



GENÉTICA

Los misterios genéticos de la ELA

Leonard Petrucelli y Aaron D. Gitler

Se han descubierto ciertas mutaciones que explicarían el modo en que este trastorno destruye de manera inexorable las neuronas motoras y deja a las personas sin movilidad.

INFORME ESPECIAL
ESTADO DE LA CIENCIA GLOBAL 2017
EL PENSAMIENTO CIENTÍFICO EN CRISIS

La politización fomenta el escepticismo

James N. Druckman

Los científicos necesitan nuevas vías para persuadir al público

Brooke Borel

Los efectos desestabilizadores del Brexit

Inga Vesper

El momento de China

Lee Billings

INVESTIGACIÓN Y CIENCIA
DIRECTORA GENERAL
Pilar Bronchal Garfella
DIRECTORA EDITORIAL
Laia Torres Casas
EDICIONES Anna Ferran Cabeza, Ernesto Lozano Tellechea, Yvonne Buchholz, Bruna Espar Gasset
PRODUCCIÓN M.ª Cruz Iglesias Capón, Albert Marín Garau
SECRETARÍA Purificación Mayoral Martínez
ADMINISTRACIÓN Victoria Andrés Laiglesia
SUSCRIPCIONES Concepción Orenes Delgado, Olga Blanco Romero

EDITA
Prensa Científica, S. A.
Muntaner, 339 pral. 1.ª
08021 Barcelona (España)
Teléfono 934 143 344 Fax 934 145 413
e-mail precisa@investigacionyciencia.es
www.investigacionyciencia.es

SCIENTIFIC AMERICAN
EDITOR IN CHIEF AND SENIOR VICE PRESIDENT
Mariette DiChristina
PRESIDENT Dean Sanderson
EXECUTIVE VICE PRESIDENT Michael Florek



DISTRIBUCIÓN
para España:
LOGISTA, S. A.
Pol. Ind. Polvoranca - Trigo, 39 - Edificio B
28914 Leganés (Madrid)
Tel. 916 657 158

para los restantes países:
Prensa Científica, S. A.
Muntaner, 339 pral. 1.ª
08021 Barcelona

PUBLICIDAD
Prensa Científica, S. A.
Tel. 934 143 344
publicidad@investigacionyciencia.es

SUSCRIPCIONES
Prensa Científica, S. A.
Muntaner, 339 pral. 1.ª
08021 Barcelona (España)
Tel. 934 143 344 - Fax 934 145 413
www.investigacionyciencia.es

Precios de suscripción:

	España	Extranjero
Un año	75,00 €	110,00 €
Dos años	140,00 €	210,00 €

Ejemplares sueltos: 6,90 euros
El precio de los ejemplares atrasados es el mismo que el de los actuales.

COLABORADORES DE ESTE NÚMERO
Asesoramiento y traducción:
Andrés Martínez: *Apuntes*, *Hombres promiscuos, mujeres castas y otros mitos*, *Más allá de XX y XY* y *La resistencia a los antibióticos padece un problema lingüístico*; Juan Pedro Campos: *Apuntes*, *Presentación del monográfico* y *La marginación económica de las mujeres*; Ángel Garcimartín: *Tejidos vivos que se comportan como cristales líquidos*; Sara Arganda: *¿Existe un cerebro femenino?* y *Estrés: diferencias entre sexos*; Federico Fernández Gil: *Niños transgénero*; Alfredo Marcos: *El mundo de las pruebas*; Blanca Álvarez: *Una medicina adaptada a las mujeres*; Marián Beltrán: *Atención a las diferencias* y *El retorno de las hijas desaparecidas*; Fabio Teixidó: *La mujer que salvó el planeta*; Javier Grande: *¡Salta, piedrecita, salta!*; J. Vilardell: *Hace...*

ISSN edición impresa 0210-136X Dep. legal: B-38.999-76
ISSN edición electrónica 2385-5665

Imprime Rotocayfo (Impresia Ibérica) Ctra. de Caldes, km 3
08130 Santa Perpètua de Mogoda (Barcelona)

Printed in Spain - Impreso en España